



Surtayeva, Sofya

Análisis de la evolución de las capacidades locales y políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en la Argentina (2003-2015)



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Surtayeva, S. (2019). *Análisis de la evolución de las capacidades locales y políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en la Argentina (2003-2015). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1410>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Análisis de la evolución de las capacidades locales y políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en la Argentina (2003-2015)

TESIS DE MAESTRÍA

Sofya Surtayeva

sofya.surtayeva@gmail.com

Resumen

La investigación que se presenta en esta tesis se propone analizar el intento de Argentina de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología, conceptualizada como una tecnología de propósito general desde la gestión de las políticas públicas, con el objetivo explícito de mejorar la competitividad de su economía, aunque desde un contexto de economía semiperiférica. Para ello, recurrimos a la reconstrucción, caracterización y evaluación de la trayectoria de las políticas en el área de nanotecnología, implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje de análisis las iniciativas de promoción del sector que consideramos más relevantes, entre las cuales se encuentra la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), del cual caracterizamos dos casos testigos de proyectos enfocados en el área de nanotecnología, en pos de determinar las fortalezas y debilidades de la estrategia de asimilación tecnológica adoptada entre el período 2003-2015.

Palabras clave: Nanotecnología; Tecnología de Propósito General; Semiperiferia; Fundación Argentina de Nanotecnología; Fondos Argentinos Sectoriales.

Director: Dr. Hurtado, Diego

Codirector: Dr. Pellegrini, Pablo Ariel

Índice

Introducción	4
1. Tecnologías de Propósito General	4
2. Semiperiferia y cambio tecnológico.....	8
3. Entornos y contextos diferentes	15
4. Política científica y tecnológica y políticas orientadas a misiones.....	18
5. Descripción de la investigación	24
5.1. Estado de la cuestión	25
5.2. Objetivos e hipótesis.....	27
5.3. Metodología y fuentes de información	29
5.4. Organización.....	30
Capítulo 1. Los inicios de la nanotecnología como política pública en Estados Unidos y en tres países semiperiféricos	31
1.1. Introducción	31
1.2. Nanociencia y Nanotecnología.....	32
1.3. Nanotecnología como TPG	34
1.4. Nanotecnología en la semiperiferia.....	40
Capítulo 2: Nanociencia y Nanotecnología en Argentina	54
2.1. Introducción	54
2.2. Políticas de promoción de la nanociencia y nanotecnología	54
2.2.1. Redes científicas en NyN	57
2.2.2. Proceso de creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología	59
2.2.3. Nuevos recursos para NyN	64
2.2.5. Fondos Sectoriales y Plan Nacional de CTI 2020.....	72
2.3. Cooperación científico-tecnológica en NyN: CBNN.....	75
2.4. Principales características de la investigación nanotecnológica argentina	77
2.5. Discusión y síntesis	78
Capítulo 3: Creación y evolución de la Fundación Argentina de Nanotecnología	84
3.1. Introducción	84
3.2. El nacimiento de la FAN y la competitividad de la economía nacional	85
3.3. Convocatoria a Ideas-Proyectos	87
3.4. Creación del MINCyT y pérdida de rumbo de la FAN.....	91
3.5. La FAN encuentra su espacio en la difusión y divulgación	94
3.6. Empresas incubadas en la FAN.....	102
3.7. Reflexiones sobre los objetivos de la FAN, debilidades y fortalezas	106

3.8. A modo de síntesis	112
Capítulo 4: Dos casos de Fondos Sectoriales de Nanotecnología	119
4.1. Introducción	119
4.2. Consideraciones generales sobre los Fondos Argentinos Sectoriales	120
4.3. Nanomateriales: “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”	128
4.4. Nanointermediarios: “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”	140
4.5. A modo de síntesis	149
Conclusiones	151
Referencias Bibliográficas	174
Glosario	193
Anexo	200
Entrevistas	205

Introducción

La investigación que se presenta en esta tesis se propone analizar el intento de Argentina de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología, entendida como una tecnología de propósito general, aunque desde un contexto de economía semiperiférica. El caso de la nanotecnología en Argentina durante el período 2003-2015 constituye un desafío para un país semiperiférico –un país periférico con ciertas capacidades industriales y científico-tecnológicas– que se propone iniciar un proceso de construcción de capacidades políticas, institucionales y organizacionales para impulsar desarrollos tecnológicos con cierto grado de autonomía, articular estos desarrollos con otros ámbitos de la vida social y hacer aportes a la transformación de la matriz económica, es decir, a su desprimarización y destransnacionalización.¹ Para ello, recurrimos a la caracterización y evaluación de las políticas tecnológicas relativas al área de la nanotecnología, implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje de análisis las principales iniciativas de promoción al sector. Estas iniciativas permiten visibilizar y caracterizar, a través del análisis de los recursos específicos que fueron implementados para su impulso, el impacto –o grado de asimilación por parte de los actores involucrados del sector científico-tecnológico y empresarial– de una tecnología caracterizada como de frontera en contexto semiperiférico.

1. Tecnologías de Propósito General

Si el desarrollo económico “es el proceso por el cual se pasa de un conjunto de activos basados en productos primarios, explotados por mano de obra no calificada, a un conjunto de activos basados en conocimiento, explotados por mano de obra calificada”, donde el “activo basado en conocimiento” se refiere a conjuntos de competencias específicas de cada empresa que impactan sobre su desempeño (Amsden, 2001: 2), podemos inferir que el desarrollo económico consiste en impulsar procesos que hagan posible adquirir y dominar tecnologías avanzadas (Chang, 2008: 66). Así, una primera aproximación a una definición de tecnología puede incluir el aprendizaje, el conocimiento de técnicas y el resultado plasmado en inventos, que de ser exitosos serán innovaciones

¹ Con referencia a un país, un ministerio o una agencia, las capacidades políticas no son tanto un continuo de habilidades, sino más bien una variedad de modos de hacer políticas que se originan a partir de procesos co-evolutivos en el desarrollo capitalista. Así, la capacidad política es la capacidad de diseñar y llevar a cabo iniciativas industriales y/o políticas de innovación que propician mejores desempeños económicos (Karo y Kattel, 2014). En esta misma dirección, las capacidades políticas se entienden como “la capacidad de reunir los recursos necesarios para tomar decisiones colectivas inteligentes y establecer direcciones estratégicas para la asignación de recursos escasos para fines públicos” (Painter y Pierre, 2005: 2).

que darán mayores oportunidades para acceder al desarrollo a un país o a una región (Perez, 2004: 32).

Ahora bien, una cuestión central para esta tesis es que los llamados países no centrales, entre ellos los países latinoamericanos, presentan un atraso tecnológico frente a los países centrales, y que éstos últimos sostienen y refuerzan su hegemonía a través de los beneficios que generan las nuevas industrias mediante rentas tecnológicas (Chase Dunn y Reifer, 2002). Estos beneficios se originan en las políticas tecnológicas e industriales que diseñan e impulsan los países centrales con el propósito de desarrollar y controlar las tecnologías que están en la base de estas nuevas industrias. Por ello, estas tecnologías de vanguardia o tecnologías de propósito general (TPGs) pueden entenderse como causas primarias del surgimiento y prolongación de los ciclos de hegemonía en el sistema económico mundial (Hurtado et al., 2017).

El término “tecnología de propósito general” (“*general purpose technology*”) (TPG) fue acuñado por Bresnahan y Trajtenberg (1995). Los autores destacan el papel desempeñado por algunas tecnologías clave en el proceso del crecimiento económico, tales como la máquina de vapor, la electricidad y los semiconductores. Así, a las tecnologías que tienen un profundo impacto en el crecimiento de las economías en su totalidad, por sus capacidades de penetración y el dinamismo que desencadenan en un gran segmento de productos y sistemas de producción –existentes o potenciales–, las denominan tecnologías “genéricas” o de “propósito general” (Bresnahan y Trajtenberg; 1995: 1-2). Una TPG, en primer lugar, se caracteriza por su “*aplicabilidad general*”, esto es, por el hecho de que realiza alguna función genérica que es vital para el funcionamiento de un gran número de productos de uso o sistemas de producción”; en segundo lugar, “exhibe un gran dinamismo tecnológico: esfuerzos de innovación que incrementan en el tiempo la eficiencia con la cual la función genérica es realizada”; y, por último, presenta lo que podría llamarse “complementariedad innovativa”, es decir, una capacidad de potenciar innovaciones en los sectores de la economía en los que se aplica, en la medida en que los avances de la TPG hacen que sea más rentable para sus usuarios el innovar y mejorar sus propias tecnologías (Rosenberg y Trajtenberg, 2004: 5; *itálicas en el original*).

Helpman (2004: 51) añade que el crecimiento impulsado por las TPGs es diferente al crecimiento impulsado por innovaciones incrementales. Así, una TPG “puede desencadenar una trayectoria de crecimiento desigual, que comienza con una desaceleración prolongada seguida por una aceleración rápida”. Se suele atribuir esta “desaceleración prolongada” inicial en la productividad a causas como la obsolescencia del capital debido a la incertidumbre tecnológica en las primeras fases de una TPG, a la toma de riesgos de inversión en estas fases, a los procesos de aprendizaje de las empresas y capacitación de recursos humanos y el desarrollo de tecnologías complementarias (Ristuccia y Solomou, 2010: 5-6). Es decir, se trata de un período de reorganización,

rediseño de instituciones y acumulación de aprendizajes que exigen de las economías centrales transformaciones complejas para la asimilación de una nueva TPG por parte de sus estructuras productivas. Sin embargo, la consecuente “aceleración rápida” citada es la que genera los “vendavales de destrucción creativa”, en términos de Schumpeter, que desde la revolución industrial impulsan a los sectores industriales que lideran la economía global.

En la misma línea se ubican los aportes de los economistas neo-schumpeterianos que, al comprender mejor los patrones sectoriales del cambio tecnológico, reconocen la interrelación dinámica de las tecnologías, las estructuras industriales y la formación de capacidades (Pavitt 1984), prestando atención a la relevancia del Estado para coordinar y controlar el ritmo y la orientación de las trayectorias tecnológicas (Dosi, 1982; Freeman y Soete, 1997; Mazzucato, 2013). En particular, el modelo de Freeman y Perez, cuyo enfoque neo-schumpeteriano se centra en las “revoluciones tecnológicas”, incorpora una visión a largo plazo de los ciclos de cambio tecnológico (Perez, 2002). Según este modelo, las revoluciones tecnológicas, como punto de partida de un nuevo paradigma tecno-económico,² generan un proceso de “destrucción creativa” que produce un período dinámico y prolongado de innovación, oportunidad, empleo y crecimiento económico. Además, el modelo menciona las transformaciones institucionales, organizacionales y culturales, así como las dinámicas financieras como partes constitutivas en los ciclos globales de cambio tecnológico (Perez 2002; 2007). Es así que un nuevo paradigma tecno-económico, apoyado en una TPG en su “etapa de irrupción”, desencadena un complejo proceso de construcción de un nuevo “sentido común” en las economías líderes que desata “una profunda transformación en ‘la forma de hacer las cosas’ en toda la economía” generando un marco socio-institucional distinto del anterior y una “nueva economía”, lo que explica la desaceleración económica inicial ante un nuevo paradigma. Los resultados de una revolución tecnológica son “cambios radicales en los patrones de producción, organización, gestión, comunicación, transporte y consumo, lo que lleva finalmente a una ‘forma de vida’ diferente” (Perez, 2002: 7, 15, 20, 146, 153).

Una TPG genera un círculo virtuoso en el avance tecnológico en un amplio conjunto de sectores. Las mejoras en estos sectores incrementan al mismo tiempo la demanda de la propia TPG, lo que hace que valga la pena seguir invirtiendo en su perfeccionamiento, lo cual redundará, a su vez, en nuevas mejoras técnicas, sosteniendo el crecimiento de una economía (Rosenberg y Trajtenberg, 2004: 5). En la misma dirección, Ruttan (2008)

² Según Perez (2002: 8; 2009: 8-9) una revolución tecnológica es un conjunto de avances radicales relacionados entre sí, formando alrededor una constelación de tecnologías interdependientes, que va más allá de la generación de nuevas industrias, extendiéndose hacia la economía en su conjunto. Dicha revolución posee dos características: una fuerte interdependencia con otros sectores tecnológicos y su capacidad para incidir y transformar el resto de la economía y la sociedad. La autora identifica cuatro fases en la evolución de las revoluciones tecnológicas, la fase de irrupción, la fase de frenesí, la fase de sinergia y la de madurez (2002: capítulo 5).

destaca que la característica definitoria de las TPGs es su capacidad de desencadenar innovaciones radicales.³No obstante, el proceso de avance técnico de una TPG en algún momento comenzará a presentar rendimientos decrecientes, presentándose nuevas oportunidades tecnológicas que posteriormente sustituirán la tecnología dominante de la época (Bresnahan y Trajtenberg, 1992: 5). En otras palabras, en algún momento de la evolución de un paradigma tecno-económico se alcanza la fase de madurez, que se caracteriza por la pérdida de dinamismo y los rendimientos decrecientes y entonces es cuando las complementariedades y sinergias que hacen que las TPGs sean un motor de crecimiento tienden a disminuir (2002: 154-155).

En esta dirección, Chase-Dunn y Reifer (2002) añaden que el poder político y militar, que se sustenta a través de las ventajas competitivas en la producción de bienes de alta rentabilidad, disminuye a medida que aumentan las ventajas de los demás países. Así, a medida que una TPG presenta síntomas de agotamiento, por lo general en su fase de madurez, el crecimiento de la productividad se ve amortiguado. En ausencia de nuevas TPGs y el consecuente aumento en productividad, la política macroeconómica convencional será insuficiente para sostener el liderazgo económico de un país (Ruttan, 2008). Entonces, para un país que busque mantener y prolongar su posición hegemónica global, un componente central de su política industrial y tecnológica debería ser la identificación y posterior desarrollo de sucesivas TPGs, que generen y sostengan ciclos de dinamismo económico. De este modo, desde fines de la Segunda Guerra Mundial, el proceso cíclico de construcción de nuevas fronteras tecnológicas a partir del desarrollo de TPGs –aeronáutica, energía nuclear, tecnología espacial, semiconductores y TICs, biotecnología y, como proceso en marcha, nanotecnología–fue un componente central de las políticas tecnológicas e industriales que posibilitaron a Estados Unidos sostener el liderazgo económico y militar (Ruttan, 2008; Mazzucato, 2013).

En este escenario, la producción académica sobre las TPGs y las dinámicas de crecimiento macroeconómico que desencadenan consideran que los aspectos cognitivamente relevantes ocurren casi exclusivamente en el pequeño grupo de las economías centrales y asignan al resto del sistema económico mundial un papel de segunda instancia, cuando las economías centrales atraviesan etapas de transición o las TPGs vigentes muestran signos de agotamiento en su capacidad de producir crecimiento. Ahora bien, el estatus cognitivo que le asigna el *mainstream* académico a cada una de las partes del sistema económico mundial es ideológico y político: el papel subsidiario de recurso de segunda instancia que cumplen las periferias en estas conceptualizaciones

³Las innovaciones radicales consisten en la introducción de un producto o proceso verdaderamente nuevo. Así, una innovación radical implica una ruptura capaz de iniciar un rumbo tecnológico nuevo. Por su parte, las innovaciones incrementales dan lugar a través de mejoras en productos y procesos existentes y pueden provocar aumentos en la productividad, eficiencia técnica, precisión de los procesos, aumento de calidad y/o reducción de costos de los productos (Perez, 1986: 422-423).

legitiman el orden económico mundial y la división internacional del trabajo (Hurtado et al., 2017). En esta estructura cobra relevancia el rol que cumple la semiperiferia.

2. Semiperiferia y cambio tecnológico

Siguiendo el programa teórico esbozado por Wallerstein, la economía mundial capitalista puede ser clasificada en tres zonas económicas de acuerdo al rol que ocupan en la división internacional del trabajo. De esta manera, los países centrales se caracterizan por ser “zonas en las cuales se concentra la producción diversificada de alta rentabilidad, tecnología avanzada y altos salarios”, mientras que en los países periféricos “se concentra la producción menos diversificada de baja rentabilidad, baja tecnología y bajos salarios” (Wallerstein, 1976: 462). Es decir, mientras que los países del centro cuentan con mayor poder político y económico –cristalizados en mayores niveles de eficiencia en la producción de bienes de alta tecnología y, por tanto, mayores precios en los mercados internacionales–, los países periféricos, al contar con sistemas de producción menos sofisticados, basan su producción fundamentalmente en la exportación de materias primas y productos agrícolas, que presentan menores precios en los mercados internacionales. Entre ambos grupos se establece una relación de explotación del “centro” sobre la “periferia”. A pesar de esta desigualdad en el sistema capitalista mundial, la estabilidad política del mismo se mantiene intacta (Wallerstein, 1974a) a través de tres mecanismos (Wallerstein; 1974a: 403-404): la concentración de la fuerza militar en las áreas céntricas; la difusión entre la población de los Estados del centro de la convicción de que su propio bienestar depende de la supervivencia del sistema como tal; y la división de los explotados en un gran estrato inferior y un estrato intermedio más pequeño: la semiperiferia (Wallerstein, 1974b: 4).

La semiperiferia es la tercera categoría de países que se sitúa entre los países del centro y los de la periferia. Los países semiperiféricos comparten características del centro y de la periferia –generan bienes de capital con un menor nivel de intensidad relativa a los países del centro y producen materias primas y productos agrícolas, con salarios medios– y cumplen una función estructural, que consiste en dotar de estabilidad al sistema mundial (Wallerstein, 1974a: 401). En palabras de Wallerstein (1974a: 404): “Es la condición normal del sistema mundial tener una estructura de tres capas”, de lo contrario el sistema se desintegraría, dado que sería “mucho menos estable políticamente, pues esto significaría un sistema mundial polarizado”. La estabilidad se apoya en el hecho de que el estrato superior no se enfrenta con la oposición unificada de todos los demás, ya que el estrato medio es explotado –por el centro– y explotador –de la periferia– a la vez (Wallerstein, 1974a: 404-405).

Según Wallerstein (1974b), para distinguir un país del centro de uno de la periferia, lo importante no es el tipo de producción, sino las ganancias obtenidas en forma de

beneficios y salarios. Es decir, un país central puede realizar producción de materias primas y de bienes agrícolas, siempre y cuando la tecnología intensiva en la utilización de capital se combine con una mano de obra capacitada y bien remunerada. Así, las actividades centrales se caracterizan por un alto nivel de ganancias asociado a un nivel relativamente alto de intensidad de capital en la producción, mientras que las actividades de tipo periférico obtienen ganancias bajas asociadas a un nivel relativamente bajo de intensidad de capital en el proceso productivo. Entonces, mientras que las actividades productivas centrales obtienen rendimientos altos, las actividades periféricas obtienen rendimientos bajos. Así, una zona será central en la medida en que una proporción relativamente alta de las actividades económicas que se llevan a cabo en ella sean actividades centrales. Lo contrario ocurre en las áreas periféricas, mientras que una zona semiperiférica se define como una región que contiene una combinación variable de actividades centrales y periféricas.

En esta misma línea, enfocando el sistema mundial posterior a la Segunda Guerra Mundial, Evans (1979) asoció la noción de semiperiferia a países de la periferia con cierta capacidad industrial impulsada por –integrada a– procesos de “desarrollo dependiente”, caracterizados por la presencia dominante de capitales transnacionales en los sectores más dinámicos de sus industrias. Así, mientras que en la mayoría de los países de la periferia el capital extranjero se involucra en los sectores primarios con capacidad de exportación, en los países semiperiféricos la inversión extranjera se concentra, además, en áreas dinámicas del sector industrial.

Por su parte, Arrighi y Drangel (1986) definen a la semiperiferia en función de una posición en relación a la división internacional de trabajo. Según estos autores, todos los países pueden realizar tanto actividades centrales como periféricas, aunque la diferencia reside en que las actividades económicas del centro dejan amplios márgenes de ganancias, mientras que las periféricas dejan pocas o nulas. Dichas ganancias se explican, además de la intensidad en la utilización de capital, por las capacidades empresariales para la innovación, lo que en los países del centro les permite protegerse de la competencia y, como resultado, captar rendimientos más altos, mientras que las actividades de los países periféricos se caracterizan por estar expuestas a una fuerte competencia, dando como resultado la obtención de bajas tasas de ganancias. Entonces, lo que define si un país pertenece al centro, a la semiperiferia o a la periferia es el peso de las actividades económicas que realiza, y el indicador que lo determina es el PIB per cápita de los Estados (Arrighi y Drangel, 1986: 31).

Siguiendo a Wallerstein, para Chase-Dunn (1998) las posiciones jerárquicas del sistema mundial –sustentado en la desigualdad política, económica y militar– no son variables estáticas, sino más bien variables en estado continuo de cambio. Así, la semiperiferia constituye un punto en el ascenso/descenso de los países en la división

internacional del trabajo. Entonces, la jerarquía de los estados en el sistema mundial es representada por tres franjas horizontales de la superficie de un triángulo, que contienen distintos grados de poder económico y militar (véase figura 1).

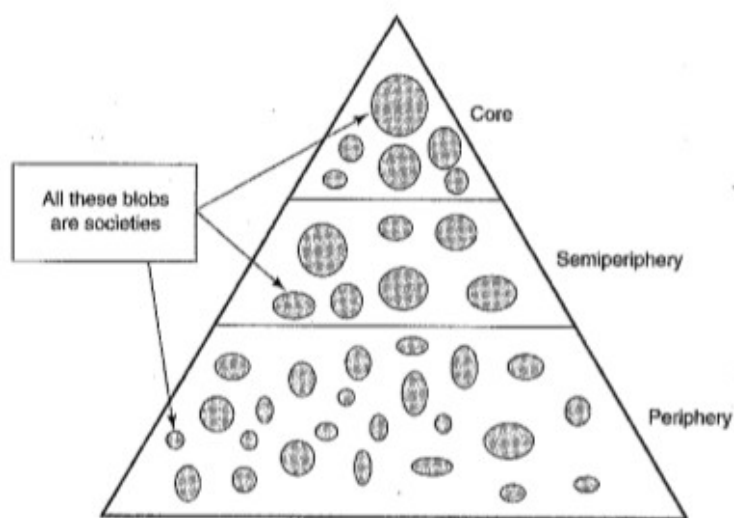


Figura 1. Fuente: Hall y Chase-Dunn, 2006. Pág. 36

De este modo, una pequeña porción superior representa a los países centrales; debajo, una franja intermedia un poco más ancha representa los estados semiperiféricos; y una franja inferior, con mucha mayor superficie que las dos anteriores, representa a los estados periféricos (Hall y Chase-Dunn, 2006: 34-35).

Según Babones (2005: 34), la semiperiferia es una posición que se encuentra subordinada al centro de la economía mundial, aun cuando pueda incidir en ella de forma científica, ideológica o militar. Al igual que Arrighi y Drangel (1986), también Babones clasifica a los países en relación a sus niveles de ingreso, y sostiene que esta división se ha mantenido relativamente constante a lo largo del tiempo. Es decir, entiende a la semiperiferia, no como una etapa de transición en el camino hacia el desarrollo, sino como una posición permanente –dado que siempre habrá países en esta franja– y dinámica en la economía mundial, ya que es posible –e históricamente demostrable– para un país ascender de la periferia a la semiperiferia (Babones, 2005: 53). Por ello, esta “posición distintiva de la semiperiferia en la economía internacional hace que el curso del desarrollo dependiente en estos países sea crítico para el futuro del imperialismo” (Evans, 1979: 33-34, 294-295), debido a que el rol que cumplen los países semiperiféricos es doble, ya que al intentar desarrollar y exportar tecnología a los países de la periferia, por un lado, buscan evitar el deslizamiento hacia la periferia y, por el otro, buscan mejorar su estatus en el sistema mundial (Wallerstein, 1974b: 6).

Como consecuencia, los países de la semiperiferia se presentan como mercados de tecnología codiciados por los países avanzados, ya sea a través de inversión extranjera directa –compra de paquetes accionarios de empresas locales e instalación de

subsidiarias, entre otras estrategias—, ventas “llave en mano”, cobro de regalías, o asistencia técnica. Además, la actitud de los países semiperiféricos al intentar desarrollar y exportar tecnología a otros países de la periferia, para Hall y Chase-Dunn (2006: 49), busca transformar la “lógica” de desarrollo al desafiar las reglas de juego que intentan imponer los países centrales. En otras palabras, al pretender desarrollar capacidades para competir en algunos segmentos de aquellos mercados definidos por las aplicaciones comerciales de las TPGs, los países semiperiféricos buscan alterar la estructura rígidamente jerárquica del sistema mundial y los roles que el campo de fuerzas geopolítico y geoeconómico asigna en la división internacional del trabajo, siendo a menudo objeto de estrategias de obstaculización o bloqueo por parte de los países centrales (Hurtado, 2014: 20; Hurtado y Souza, 2018). Como explican Ragin y Chiot (1995 [1984]: 298): “El centro necesita una semiperiferia para el balance del sistema, pero también teme la rivalidad de los estados semiperiféricos avanzados [...] si ellos son muy exitosos, pueden ser frustrados por acción del centro”. Desde la óptica de las potencias, el desarrollo económico de un país emergente implica el aumento de la competencia en mercados de alto valor agregado o la pérdida de algún segmento relevante de alguna cadena de valor global. Finalmente, la capacidad de un país semiperiférico de competir en sectores dominados por las economías centrales supone la necesidad de construir influencia en la arena internacional y capacidad negociadora para defender un proyecto de desarrollo a nivel diplomático, tanto en relaciones bilaterales como en foros internacionales y organismos de gobernanza global (Hurtado, 2014).

Poseedora de una matriz económica agroexportadora con algunas capacidades industriales de baja y media intensidad tecnológica, y con capacidades relativas de fortaleza económica y política en el subsistema regional, Argentina pertenece a la categoría de países que Wallerstein define como semiperiferia. La noción de semiperiferia, en el caso argentino, refiere a sus posibilidades y limitaciones en el escenario internacional. Como estrato intermedio, sus relaciones con los países centrales y los periféricos se enmarcan en este contexto, equilibrando el sistema al interponerse entre los extremos y, al intentar ingresar junto con otros países semiperiféricos, por lo menos desde fines de la Segunda Guerra Mundial, con diferentes grados eficacia, a sectores industriales o segmentos de los mismos donde se requiere el dominio de TPGs, como aeronáutica, nuclear, espacial, semiconductores y las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Desde comienzos del presente siglo, Argentina y otros países de la semiperiferia de América Latina como Brasil y México, intentan desarrollar capacidades en áreas como biotecnología y nanotecnología.

En ciertas ocasiones, un país semiperiférico puede ascender al centro mientras no modifique la naturaleza del sistema (Wallerstein, 1979: 60-61). No obstante, los países semiperiféricos que logran ingresar y competir con relativo éxito en segmentos dinámicos

de alguna TPG, lo hacen solamente cuando ésta ya ha entrado en su fase de madurez y decrece el interés de las economías centrales, que ya están explorando y decidiendo nuevas direcciones de innovación radical. (Ruttan, 2006). Entonces, el rasgo en común que comparten los países semiperiféricos que lograron impulsar y desarrollar capacidades locales competitivas en tramas productivas apoyadas en alguna TPG con relativo éxito es el hecho de que lo hacen con varias décadas de retraso con respecto al momento en que los países centrales se embarcan en la construcción de mercados basados en esa TPG. En otras palabras, cuando a nivel global la curva de aprendizaje de una TPG entra en la fase de madurez es cuando, ocasionalmente, los países semiperiféricos pueden lograr el dominio de dicha tecnología y competir a nivel internacional en sus segmentos productivos. Durante la fase de madurez de una TPG, las economías líderes están dispuestas a asumir el riesgo de promover procesos de innovación radical en áreas donde se supone que puedan surgir nuevas tecnologías candidatas a transformarse en nuevas TPGs, es decir, que sean capaces de revitalizar el liderazgo económico. Así, en aquellos sectores donde se emplean tecnologías maduras, la producción se vuelve rutinaria y es cuando se desplazan hacia las periferias, especialmente hacia la semiperiferia (Chase-Dunn y Reifer, 2002).

En este mismo sentido, en términos del modelo de Freeman y Perez, los países periféricos y semiperiféricos son tenidos en cuenta recién en la “fase de madurez”, momento en que las economías centrales se ven obligadas a reubicar sus industrias maduras y comienza a surgir un nuevo grupo de tecnologías que posteriormente podría desencadenar una nueva revolución tecnológica en las economías centrales (Perez, 2001: 124). Debido a que en la fase de madurez las complementariedades y sinergias que hacen que las TPGs sean un motor de crecimiento tienden a disminuir (Perez 2002: 154-155), el estancamiento lleva a las empresas de las industrias maduras a intentar diversificar las inversiones en otras industrias y áreas geográficas. Una de las estrategias implementadas para extender los ciclos de vida de las industrias maduras ha sido la reubicación de la producción en países periféricos o semiperiféricos, donde una combinación variable de menores costos comerciales y una mayor rentabilidad puede retrasar la obsolescencia tecnológica (Nurse, 2011: 288; Perez, 2002: 83), reforzando la dependencia de estos países a medida que avanzan los paradigmas tecno-económicos (Nurse, 2011: 302). No es hasta este punto que los países semiperiféricos pueden encontrar una “ventana de oportunidad” para acceder a las tecnologías que ingresan a su fase de madurez (Perez, 2004: 221).

Dado que el modelo de Freeman-Perez asume que los países no centrales entran en escena durante la etapa de madurez, las complejas transformaciones institucionales, organizacionales y culturales, que incluyen procesos de destrucción creativa e innovaciones radicales, no ocurren en economías no centrales. Por lo tanto, las

condiciones de posibilidad institucionales, organizacionales y culturales para el despliegue de un nuevo paradigma tecno-económico solo tienen lugar en las economías centrales (Hurtado y Souza, 2018). En la medida en que las economías centrales ingresan al nuevo paradigma tecno-económico, las economías no centrales se integran simultáneamente, de manera subordinada, por un lado, en la etapa final del paradigma tecno-económico anterior mediante la incorporación de tecnologías maduras mediante I+D público, transferencia de tecnología y/o iniciativas de inversión extranjera directa (Amsden, 2001) y, por otro, en la etapa inicial del nuevo paradigma tecno-económico, al convertirse en compradores-consumidores de los principales productos y servicios mundiales. En las sociedades no centrales, las agendas de investigación básicas en temas de frontera – como, por ejemplo, nanotubos de carbono –, así como las inversiones incipientes en el desarrollo de TPGs, pueden verse como medios para construir culturas de consumidores en torno a los principales productos y servicios mundiales (Hurtado y Souza, 2018).

En este escenario, si bien los aportes del enfoque neo-schumpeteriano reconocen la interrelación dinámica en el cambio tecnológico, prestando atención al papel del Estado para coordinar y controlar el ritmo y la orientación de las trayectorias tecnológicas (Dosi, 1982; Freeman y Soete, 1997; Mazzucato, 2013), teniendo en cuenta el papel que le asignan a las economías no centrales en los procesos de coevolución del cambio tecnológico, que involucra transformaciones institucionales, organizacionales y culturales (Perez, 2002), sus recomendaciones de políticas para las periferias terminan estando más cerca de la perspectiva de las fallas del mercado que de las fallas sistémicas que caracterizan al subsistema de la economía central (Hurtado y Souza, 2018). Según este enfoque, el rol de las economías semiperiféricas y periféricas en los procesos de cambio tecnológico es subsidiario a las economías centrales, dado que los complejos procesos de asimilación social, componentes esenciales requeridos por las revoluciones tecnológicas, sólo tienen lugar en economías centrales, mientras que en el resto existe una adaptación tardía como respuesta a los procesos de cambio tecnológico exógenos (Hurtado y Souza, 2018: 18).

A modo de ejemplo de esta dinámica puede citarse el caso de la tecnología nuclear en la Argentina, en su condición de país semiperiférico, que logró desarrollar capacidades para competir en segmentos de tramas productivas globales en sectores en que una TPG jugó un papel central. Este caso muestra el hecho de que un país semiperiférico logra dominar algunos segmentos de una TPG –como los reactores nucleares de investigación o el ciclo del combustible– en su fase de madurez a nivel internacional. En su momento, la energía nuclear fue una industria novedosa que hizo posible la consolidación del primer ciclo de hegemonía de Estados Unidos. En el caso argentino, si bien el dominio de la tecnología nuclear constituye un caso relativamente exitoso, es importante remarcar que Argentina logró ingresar y competir en este segmento dinámico cuando, en los países

centrales, dicha TPG se encontraba en la fase cercana a la madurez. Asimismo, el desarrollo local de reactores nucleares de investigación no siguió una trayectoria de generación de conocimiento en un área emergente, sino que desde el inicio el objetivo fue poner en marcha procesos de aprendizaje y acumulación incremental de capacidades tecnológicas y organizacionales, de diseño y articulación institucional, además de avanzar en estrategias de enraizamiento hacia otros ámbitos del Estado y del sector empresarial. Es decir, se apuntó a un desarrollo tecnológico sectorial con metas concretas y específicas que no se proponían innovar en la “frontera” tecnológica (Hurtado, 2014).

A partir de lo presentado, en esta tesis vamos a utilizar la categoría de “semiperiferia” para abordar las estrategias de impulso de la nanotecnología en Argentina a través de políticas públicas que la definieron explícitamente como una TPG. Consideramos que esta categoría no se ajusta a las características de un país como Argentina, que cuenta con una matriz económica agroexportadora con algunas capacidades industriales de baja y media intensidad tecnológica, y con relativas capacidades de fortaleza económica y científico-tecnológica (Abeles et al., 2017). El caso de la promoción de la nanotecnología a través de una política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) de escala nacional –que vamos a caracterizar– constituye un ejemplo de intento de un país semiperiférico de concentrar una parte importante de sus recursos de financiamiento público y de gestión en el desarrollo de capacidades para que una TPG que está en la etapa de irrupción se oriente a mejorar la competitividad de su economía. Entonces, ¿resulta posible para un país semiperiférico como Argentina, a través del desarrollo de la nanotecnología como TPG en marcha, lograr un impacto positivo para su economía en el corto o mediano plazo, o bien este impacto solo será posible cuando la nanotecnología comience, dentro de dos o tres décadas, a transformarse en una tecnología madura?

En esta tesis sostenemos que utilizar el enfoque de TPG para el diseño de las políticas tecnológicas e industriales en los países semiperiféricos es un error conceptual con consecuencias negativas que se ponen en evidencia en sus resultados–como analizaremos en esta tesis–, dado que el concepto de TPG debe comprenderse como una categoría dependiente del contexto y que sólo tiene sentido cuando se lo aplica a las dinámicas de innovación y crecimiento de las economías centrales, en la medida en que constituye una herramienta para sostener la competitividad económica en mercados globales dinámicos de países que cuentan con capacidades de diseño organizacional e institucional, niveles de inversión y una trama industrial que hace posible prolongar el liderazgo económico y militar de los mismos. Es decir, una PCTI de escala nacional centrada en las TPGs supone niveles de inversión pública y privada, de diseño institucional y de coordinación de redes organizacionales público-privadas, así como de capacidades para impulsar políticas exteriores que puedan ejercer influencia sobre los organismos de gobernanza mundial –OIEA, OMC, Consejo de Seguridad de la ONU, Banco Mundial y

BID, entre otros—, todos recursos que, en general, suelen no estar al alcance de las capacidades económico-financieras, técnico-burocráticas y políticas de los países semiperiféricos (Hurtado et al., 2017).

Siendo que la nanotecnología actualmente constituye un componente principal del paradigma tecno-económico en marcha en sus primeras etapas y, podría conformar la próxima revolución tecnológica (Perez, 2002: 13; Motoyama et al., 2011; Koshovets y Ganichev, 2017; Laurent, 2017; Yacizi, 2018), es concebida como una TPG desde las economías centrales (Roco, 2017; Hurtado et al., 2017). Teniendo en cuenta las diferencias sustanciales entre las economías centrales y periféricas en cuanto a la asimilación de una tecnología de vanguardia, nos enfocamos en la trayectoria específica de la nanotecnología en Argentina, un país semiperiférico que desde 2003 comienza a dar los primeros pasos en materia de políticas públicas para desarrollar capacidades endógenas en esta área. El caso argentino muestra las limitaciones y restricciones organizacionales, institucionales y macroeconómicas que enfrenta una economía semiperiférica en sus esfuerzos por participar en un nuevo ciclo de cambio tecnológico, y el análisis de las políticas públicas e iniciativas institucionales para promover la nanotecnología en Argentina proporciona pistas sobre cómo funciona una revolución tecnológica en curso en un caso concreto. A través de este análisis, veremos cómo el cambio tecnológico en este país ha tenido que lidiar con restricciones organizativas, institucionales y macroeconómicas que no fueron contempladas en el diseño de las políticas ni en su posterior ejecución.

3. Entornos y contextos diferentes

Ruttan (2008) y Mazzucato (2013) destacan que la clave de la evolución en la dinámica tecnológica en las economías centrales se encuentra en la inversión pública, que no se concentra solo en infraestructura y recursos humanos, sino también en la creación de nuevos mercados a través de la inversión paciente, ingente, a riesgo y de largo plazo – entre 20 a 25 años—, que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales de las que pueden surgir las TPGs. Ambos autores agregan que el sector privado, al poseer una lógica cortoplacista, en la medida en que persigue avances tecnológicos que tengan resultados inmediatamente aplicables en la producción, no puede suplir el rol de la inversión pública. Para sostenerlo, se apoyan en la evidencia empírica de que el sector público, en particular el militar y de defensa, han jugado un papel importante en el desarrollo de las TPGs en las que Estados Unidos se ha transformado en competitivo a nivel mundial (Ruttan, 2006). En el caso de Estados Unidos, detrás de una densa trama cultural de individualismo y libre empresa, se oculta un Estado desarrollista, que impulsa programas de inversión pública masiva con el objetivo de construir ecosistemas de innovación capaces de sostener entramados productivos y mercados globales de

estructura oligopólica en los sectores más dinámicos del comercio mundial (Block, 2008; Mazzucato, 2013; Wade, 2014).

Mazzucato (2013) demuestra, a partir de la presentación de casos concretos, que el rol del Estado en los procesos de cambio tecnológico y desarrollo económico no se limita a subsanar posibles fallas en el desarrollo de las actividades del sector privado y en el mercado, sino que cumple la función de crear nuevos mercados, erigiéndose como el verdadero emprendedor schumpeteriano que, asumiendo el riesgo, actúa como motor de la innovación. Combinando estas ideas con el enfoque evolucionista de los Sistemas Nacionales de Innovación (SIN), que involucra una red densa de instituciones del sector público y privado, para Mazzucato (2013: 68-69), el Estado toma la iniciativa en el impulso de actividades e interacciones que impulsan nuevas tecnologías, ya que por sí solo el sector privado es insuficiente para traccionar los procesos de innovación que producen desarrollo industrial y económico.

Sin embargo, desde la perspectiva del sistema mundial, el “Estado emprendedor” recomendado por el enfoque neo-schumpeteriano parece viable solo para las economías centrales, que se insertan en un contexto geopolítico afín y tienen las capacidades institucionales, organizaciones y financieras para escoger áreas de frontera con potencialidades de altos rendimientos, creando estrategias proactivas y promoviendo incentivos para involucrar al sector productivo, financiado esta área desde la fase incierta temprana de investigación y desarrollo, acompañando todo el proceso hasta la etapa de comercialización inclusive, ajustando las reglas para promoverla y estando siempre pendiente de las próximas áreas que guiarán el crecimiento (Mazzucato, 2013: 19). Tampoco el enfoque de los “sistemas nacionales de innovación” resulta útil para analizar los procesos de desarrollo tecnológico en contextos semiperiféricos, dado que ese modelo requiere de entornos institucionales robustos que favorecen, protegen, subsidian o regulan tanto los “sectores estratégicos” como los procesos de competencia schumpeteriana, en los cuales los factores exógenos, como pueden ser filiales de empresas transnacionales que responden a los intereses de sus casas matrices, no son decisivos en la evolución de la trayectoria del sistema (Lundvall, 2009; Hurtado, 2014: 20).

Las economías semiperiféricas enfrentan diversos obstáculos al proponerse construir y coordinar capacidades tecnológicas e industriales. En el caso de la Argentina, la inestabilidad institucional y política, que a su vez dificulta la continuidad de las políticas públicas, impacta en los procesos de acumulación de capacidades de gestión de la tecnología y coordinación con el sector productivo y, por lo tanto, en la eficacia de las políticas tecnológicas. A estas debilidades se suman limitaciones del contexto socio-económico tanto local como global, que contribuyen a obstaculizar el acceso al conocimiento de las economías semiperiféricas, como una escasa inversión privada en I+D, sectores industriales dinámicos dominados por empresas transnacionales cuyas

estrategias de maximización están en gran parte desconectadas de los ecosistemas económicos locales y que tiene sus centros de actividades tecnológicas en el exterior, la creciente influencia de las finanzas especulativas desde finales de los años setenta, y la desventaja geopolítica en las negociaciones sobre las “reglas del juego” para la transferencia de tecnología, la puesta al día y los procesos de aprendizaje (Correa, 2005; Deere, 2009: Capítulo 5; Nguyen, 2010: 244-255; Michalopoulos, 2014: Capítulo 7).

En este contexto, desde fines de la década de 1960 y principios de la década de 1970 una serie de pensadores latinoamericanos –Jorge Sabato, Amílcar Herrera y Oscar Varsavsky, entre los más destacados en Argentina– se encargaron de visibilizar el peligro que supone la formulación de políticas basadas en modelos exógenos y remarcaron la necesidad de generar las condiciones para avanzar sobre la “independencia científica y tecnológica” y desarrollar una ciencia y tecnología vinculada a problemáticas socialmente relevantes propias del contexto local, generando así lo que más tarde se llamó el “pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo”. Así, según estos autores, las debilidades más notorias de las políticas tecnológicas se concentran en sus orientaciones y prioridades, que se limitan a replicar estrategias y agendas de los países centrales (Herrera, 1995; Varsavsky, 2006; Sabato, 2004).

Herrera (1995) sostuvo que, mientras que “[e]n los países adelantados la mayor parte de la I+D se realiza en relación con temas que directa o indirectamente están conectados con sus objetivos nacionales”, en América Latina, por el contrario, “la mayor parte de la investigación científica que se efectúa guarda muy poca relación con los problemas básicos de la región”. En la misma línea, Sabato agregó que sólo el 30% de lo que se hace en ciencia en Argentina guarda relación con los problemas del desarrollo nacional (Sabato, 2004). Por su parte, Varsavsky llamó la atención sobre el “cientificismo”, que refiere a la desconexión de la orientación de las investigaciones científicas locales hacia demandas sociales locales. Así, el científicismo es un factor que contribuye a reforzar la dependencia económica y cultural de Argentina, en la medida en el científicismo, va detrás de las agendas de investigación científica de los países centrales, descuidando las problemáticas y necesidades locales (Varsavsky, 1969).

Herrera remarcó que los sistemas de I+D latinoamericanos invierten mucho menos en investigación aplicada y desarrollo en relación con la investigación básica,⁴ además de mantener una débil conexión entre sí. Por esta debilidad en la investigación aplicada, no se produce una interacción entre el sector científico y el sector productivo, que por su parte no invierte en investigación tecnológica, planifica a corto plazo y subsiste copiando soluciones técnicas del exterior e importando tecnologías sin adaptarlas a las condiciones

⁴ Herrera distingue entre ciencia básica y ciencia aplicada. Mientras que la ciencia básica se enfoca en la adquisición de conocimiento en general, la ciencia aplicada se ocupa de aplicar la teoría hacia fenómenos concretos, es decir, a resolver problemas y a generar tecnología. El desarrollo supone, entre otros rasgos, la incorporación de esa tecnología al sistema productivo (Herrera, 1971; Albornoz, 1997: 8).

locales de producción y de mercado. A su vez, la investigación básica, financiada en mayor parte por el Estado, se encuentra conectada estrechamente a las agendas de investigación de los países centrales, ya sea por su integración subordinada a redes de producción científica y/o por el origen de gran parte de sus fondos. Según Herrera (1971; 1995), estas características del sistema científico y tecnológico nacional son consecuencia de un tipo de dependencia basado en la superioridad científica y tecnológica de los países desarrollados que, a través de un proceso de institucionalización e instrumentalización de la ciencia, liga la mayor parte de la investigación científica a las necesidades y objetivos de los centros de poder mundial.

Que los científicos dediquen sus esfuerzos al progreso general de la ciencia sin enfocarse en demandas productivas concretas y soluciones de problemas concretos de la sociedad reside en el débil, y a menudo inexistente, diálogo y vínculo entre este sector y el sector productivo, que para generar innovaciones tecnológicas recurre a fuentes extranjeras, como patentes, licencias, acuerdos y radicación de compañías extranjeras en territorio nacional (Sabato, 2004). Según Sabato, esto se explica por el hecho de que las instituciones científicas fueron creadas adoptando modelos de instituciones del exterior y, en consecuencia, fueron organizadas independientemente de las especificidades de la estructura productiva nacional. Herrera se refirió a los “Consejos de Investigación”, como CONICET, que existen en el continente latinoamericano que, al gozar de una autonomía intelectual, carecen de la autoridad y los medios necesarios para elaborar una política científica. Para llevar a cabo una política científica se necesita que el poder político genere una demanda concreta y explícita sobre las instituciones de investigación que oriente su acción. Las universidades, a pesar de ser los centros más importantes de la actividad científica de la región, nunca tuvieron una demanda específica de investigación por parte del Estado (Herrera, 1971). Por otra parte, al aislamiento del sector científico y la debilidad de la estructura productiva se suma la fragilidad institucional que padecen los países latinoamericanos de manera permanente, lo que dificulta mantener una acción y una estrategia de desarrollo coherente. Así, las recurrentes crisis económicas, políticas y sociales repercuten sobre el avance de la ciencia y la tecnología en la región de manera negativa.

4. Política científica y tecnológica y políticas orientadas a misiones

Las políticas públicas pueden definirse como un conjunto de “acciones u omisiones que manifiestan una determinada modalidad de intervención del Estado en relación con una cuestión que concita la atención, interés o movilización de otros actores de la sociedad civil” (Oszlak y O'Donnell, 1995). Es decir, se trata de un conjunto de iniciativas y respuestas, manifiestas o implícitas, que representan la posición predominante del Estado

frente a una cuestión socialmente problematizada que se lleva a cabo en un período temporal que involucra distintas etapas. Dentro del marco general de las políticas públicas confluyen varios tipos de políticas, aunque en este caso nos enfocamos en la PCTI. Más precisamente, nos enfocamos en la política tecnológica o en los aspectos del cambio tecnológico involucrados en las políticas de ciencia y tecnología.⁵

Mientras que algunos autores definen la política científica como el proceso de toma de decisiones a través del cual un conjunto de individuos e instituciones asignan recursos intelectuales y fiscales con el propósito de realizar la investigación científica (Sarewitz et al., 2004: 67), otros autores la definen a partir de “estilos científicos” determinados de cada sociedad, que constituyen alternativas de desarrollo nacional (Varsavsky, 2006).⁶ Según esta última visión, Herrera sostuvo que contar con una política científica orientada hacia intereses y problemáticas locales es imprescindible para romper estructuras de atraso características de la periferia. La planificación de la dirección y el contenido de esta política puede ser explícita o implícita, directa o indirecta, pero la cuestión esencial consiste en determinar cuáles deben ser sus objetivos y los medios para llevarla a cabo.⁷ De este modo, Herrera especificó que la autonomía en la capacidad científica local, entendida como la capacidad de tomar decisiones basadas en las propias necesidades y objetivos en todos los campos de la actividad social, es el objetivo fundamental de una política científica que realmente va a posibilitar la transformación política, económica y social de Argentina. En otras palabras, se trata de un desarrollo científico orientado según las necesidades sociales y productivas nacionales (Herrera, 1971).

En la misma dirección, una política tecnológica va más allá de la creación y el reforzamiento de la infraestructura científica y tecnológica, debiendo identificar líneas de acción y prioridades concretas en función de las problemáticas y necesidades específicas de un país. Una política tecnológica debe contemplar el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica para la producción, disseminación y aplicación de tecnologías, y debe orientar y controlar la transferencia de tecnología (Halty Carrére, 1986). Sabato (1994) distinguió entre política científica y política tecnológica, ya que, a diferencia de la

⁵ En diversos estudios sobre la temática se suele hablar de política científica, de política científica y tecnológica, y de política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI). En este caso, y a pesar de que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva argentino utilice la categoría de PCTI (MINCyT, 2012: sección 1) para la caracterización de las políticas, en este estudio nos vamos a referir y enfocar principalmente en la noción de política tecnológica y, en ocasiones, de política de ciencia y tecnología, dado que, como ya señalaban algunos autores en la década de 1970, el problema de América Latina se encuentra principalmente en las capacidades de gestión de la tecnología.

⁶ Así, “no cualquier estilo científico será compatible con un estilo de sociedad determinado”. La tesis de Varsavsky es que cada sociedad requiere su propio estilo tecnológico, que refiere a un modo de pensar, producir, seleccionar, importar o copiar tecnología, y que debe definirse en función de los objetivos y metas planteados por el proyecto nacional (Varsavsky, 1974).

⁷ Las contradicciones entre la política científica explícita –la política oficial– y la política científica implícita –la que determina el papel de la ciencia en la sociedad y expresa la demanda científica y tecnológica de un proyecto nacional– frenan la transformación política, económica y social de Argentina (Herrera, 1995).

ciencia –cuyo impacto en el sector productivo es casi nulo–, la tecnología supone conexiones diversas con la estructura productiva y, como tal, no se construye a través de un único órgano central, sino que necesita estar coordinada, por ejemplo, con la política económica. Según el autor, el sector científico saldría de su aislamiento solamente en caso de recibir demandas concretas cristalizadas en una política científico-tecnológica coherente con la estrategia de desarrollo nacional (Sabato, 2004).

Desde esta perspectiva centrada en la escuela de pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo, podemos sostener que uno de los principales desafíos que enfrentan los países semiperiféricos que se esfuerzan por avanzar en procesos de industrialización y desarrollo económico es la formulación y ejecución de políticas tecnológicas, ya que el acceso a las tecnologías es lo que está en el foco de la tensión geopolítica que, desde la perspectiva de las economías centrales, genera la semiperiferia y, a la vez, es lo que puede mejorar el desempeño económico y reducir la dependencia de los productos primarios al permitir la exportación de productos manufacturados, principalmente a otros países no centrales (Hurtado y Souza, 2018). La debilidad de las políticas tecnológicas se manifiesta a través de la falta de capacidades organizacionales, débiles procesos de aprendizaje, “la mayor presencia de reacciones adaptativas que creativas”, la escasa integración de los sistemas productivo y de investigación y desarrollo y su falta de conexión con las políticas de comercio, propiedad intelectual, inversión extranjera y contratación pública (Robert y Yoguel, 2010: 445). Además de las restricciones estructurales del “desarrollo dependiente” durante la industrialización sustitutiva –entre los años treinta y los setenta–, una creciente dependencia del capital financiero (Evans, 1979), la evolución de las condicionalidades del Consenso de Washington y el aumento de la rigidez en las reglas de juego impuestas a los países en desarrollo por organismos como la OMC y los acuerdos TRIPs han sido restricciones adicionales desde los años ochenta y noventa (Chang, 2008: 76-77, Deere, 2009, Nguyen, 2010; Di Maio, 2009: 126-132). Entonces, debido a la diferencia de entornos institucionales y de capacidades organizacionales, la elaboración y ejecución de políticas públicas entre países centrales y en desarrollo debería suponer contenidos diferentes.

La nanotecnología, como industria en etapa inicial de desarrollo mundial, que constituye un área central de las políticas tecnológicas e industriales de los países centrales, desde comienzos del nuevo siglo también es un área definida como estratégica en las agendas públicas de muchos países semiperiféricos, como Argentina, Brasil o México.⁸ Esto significa que la formulación e implementación de las políticas tecnológicas por parte de algunos países semiperiféricos toma como uno de sus componentes el desarrollo de una TPG. En el caso de Argentina, como veremos, la propia noción de TPG

⁸ Con agendas públicas nos referimos a un conjunto de problemas, demandas, cuestiones y/o asuntos que los gobiernos seleccionan como objetos sobre los que decidieron actuar (Villanueva, 1993: 29).

es un componente central. Sin embargo, como hemos señalado anteriormente, cada revolución tecnológica desencadena procesos complejos de construcción de un nuevo sentido común integrado a un nuevo modo de vida. Por lo tanto, si bien la nanotecnología se presenta como una nueva panacea, difícilmente puede contribuir al aumento de la competitividad económica argentina a menos que el proceso de asimilación de esta tecnología vaya acompañado de transformaciones sistémicas en los modos de organización, gestión, comunicación, transporte y consumo (Perez, 2002: 153), atendiendo las deficiencias mencionadas en las condiciones institucionales, organizativas y culturales, un proceso complejo que, como enseña la historia de las revoluciones tecnológicas, requiere capacidades múltiples sofisticadas para impulsar los “cambios radicales” necesarios.

Teniendo en cuenta este contexto, parece improbable lograr un cambio equitativo inmediato en los patrones de desarrollo de los países no centrales a través de la nanotecnología concebida como una TPG desde las políticas tecnológicas. Las trayectorias tecnológicas que en América Latina pueden considerarse casos exitosos no siguieron la “receta” de impulsar políticas de acceso a “tecnologías de frontera” o, en nuestro caso, a TPGs, como han venido promoviendo los organismos de gobernanza global, como mostraremos para el caso de la nanotecnología. Al invertir en investigación básica enfocada en temas de frontera sin posibilidad de contar con políticas complementarias para promover los restantes componentes del ecosistema económico que harían posible “procesar” el conocimiento básico en aplicaciones con valor social o económico, o al invertir en intentos fallidos o metas abstractas que se proponen dominar las TPGs, el efecto último es la generación de condiciones para la introducción de las sociedades latinoamericanas en la cultura del consumo de bienes y servicios en sectores líderes –aquellos que utilizan las TPGs–, que son de estructura oligopólica y sostienen el dinamismo de las economías centrales.

Ergas (1987: 4-6) distingue entre países que adoptan políticas tecnológicas orientadas a misiones u objetivos (“*mission-oriented*”), países que adoptan políticas tecnológicas orientadas a la difusión (“*diffusion-oriented*”) y países que combinan ambas estrategias. Las políticas orientadas a misiones se enfocan en el desarrollo de capacidades tecnológicas consideradas primordiales para el desarrollo de sectores estratégicos apoyados en innovaciones radicales o TPGs para alcanzar objetivos específicos, mientras que las políticas orientadas a la difusión buscan difundir las capacidades tecnológicas a la estructura industrial, fortaleciendo los mecanismos institucionales para la transferencia tecnológica. Se trata de insertar una trayectoria tecnológica existente a través de innovaciones incrementales. La característica dominante de las políticas orientadas a objetivos es su centralización y concentración estatal en cuanto a los procesos de toma de decisiones, la implementación y la evaluación. En

cambio, para los países que orientan sus políticas a la difusión tecnológica es esencial la descentralización, dado que el Estado se limita a facilitar el cambio tecnológico mediante la adaptación tecnológica, en vez de dirigirlo. Es necesaria aquí una estructura industrial que sea capaz de asimilar el cambio tecnológico incremental que se está difundiendo.

No obstante, Ergas resalta las ventajas de la descentralización al sostener que los programas centralizados pueden concentrar recursos en áreas equivocadas, aumentando así el riesgo y los costos. En este sentido, Block (2008) argumenta que en las últimas décadas el rol activo del gobierno estadounidense en el desarrollo tecnológico adquirió un cariz descentralizado a través de la acción de redes de organizaciones públicas y empresas aptas para producir flujos de innovaciones capaces de sostener la competitividad a partir de TPGs. Esta estrategia es denominada por el autor como una “política industrial oculta”, debido a su inconsistencia con la retórica de libre mercado ampliamente difundida por los países centrales, apoyada en la supuesta capacidad autorregulatoria del mercado para resolver problemas económicos y sociales. De esta manera, Block (2008: 3-4) distingue entre “Estado Burocrático Desarrollista”, “diseñado para ayudar a las empresas domésticas a acortar la brecha y desafiar a competidores extranjeros en mercados de productos particulares” con una estructura centralizada, y “Estado Desarrollista en Red”, como una estructura “altamente descentralizada”, diseñada para “ayudar a las firmas a desarrollar productos y procesos innovadores que todavía no existen”.

En la misma línea, Evans (1996) destacó el rol del Estado en los procesos de desarrollo industrial tardío de los países del este asiático, caracterizándolos como “Estados desarrollistas”, cuyas características destacables son: una estructura burocrática estable y una “autonomía enraizada”.⁹ También distinguió Estados intermedios,¹⁰ tomando como ejemplo el caso de Brasil y de la India –y donde también podemos situar a la Argentina–, sosteniendo que estos Estados alcanzaron un éxito considerable en el impulso de ciertos sectores industriales y períodos, aunque sin poder lograr extender este éxito a otros sectores. La característica definitoria de esos “bolsones de eficiencia” dentro de los Estados intermedios –como Brasil, India o la Argentina– compartida con los Estados desarrollista en su conjunto –como Corea del Sur o Taiwán– es lo que Evans (1996: 534-

⁹ Se trata de Estados que logran ligar el comportamiento de los funcionarios con la consecución de sus propósitos colectivos, capaces de instrumentar las reglas en forma previsible, organizar los aspectos del mercado, actuando como empresario sustituto, que además deben ser capaces de incentivar la inversión privada de capitales y aliviar los cuellos de botella que generan los desincentivos para la inversión. Es decir, los Estados desarrollistas extraen excedentes, pero ofrecen bienes colectivos, fomentan perspectivas empresariales de largo plazo a través de la inversión y en general, promueven el ajuste económico y la transformación cultural (Evans, 1996: 534-535).

¹⁰ Esto es, intermedia entre Estados desarrollistas y Estados predatorios, aquellos que “consumen el excedente que extraen alientan a los agentes privados a pasar de las actividades productivas al *rent-seeking* [apropiación de rentas públicas] improductivo y no proporcionan bienes colectivos (Evans, 1996: 533).

535) llama “autonomía enraizada”.¹¹ Por su parte, Mazzucato y Pena (2016), enfocándose principalmente en experiencias tomadas de las economías centrales, asumen que la efectividad de las políticas orientadas a misiones requiere de la conformación de redes públicas y privadas altamente descentralizadas. Si bien estos autores no distinguen entre países centrales y no centrales, dejan en claro que para ellos el “Estado emprendedor” requiere un alto grado de conectividad entre sus nodos académicos y productivos, así como formas de organización y gobernanza flexibles para lidiar con los altos niveles de incertidumbre que supone la innovación de frontera.

Mientras que en esta tesis sostenemos que, dado que las características del Estado Desarrollista en Red o del Estado emprendedor que describen Mazzucato y Penna (2016) no están al alcance de las capacidades de política y gestión de la tecnología disponibles en los países semiperiféricos, para impulsar políticas de desarrollo económico, en este perfil de países se hace imprescindible la conformación de un Estado Burocrático Desarrollista y de políticas tecnológicas compatibles con esta modalidad de Estado.

De este modo, a partir de las caracterizaciones sobre políticas tecnológicas y modalidades de Estado presentadas, a lo largo de esta investigación nos proponemos analizar por qué, en el caso argentino, el impacto de la inversión pública en nanotecnología no logró avanzar hacia los objetivos explícitos propuestos por las políticas para el área y, entonces, cuál podría ser un camino para mejorar el desempeño de las políticas de nanotecnología. Mientras que los resultados alcanzados no impactan sobre una mejora en la competitividad de algún sector empresarial ni parecen favorecer desarrollos autónomos con efectos multiplicadores –efectos esperables de una TPG–, todo parece indicar que las modestas capacidades adquiridas, sumadas a las actividades estatales de difusión, se orientan a favorecer que el país se convierta en un consumidor de nanotecnología extranjera.

En este sentido, también nos proponemos mostrar que el escaso impacto de la inversión argentina en nanotecnología cuenta entre sus principales razones la falta de capacidades de política y gestión –ausencia de diagnósticos, prospectivas, marcos regulatorios, etc.–, debilidad que condujo a adoptar categorías como TPG, inaplicables en contexto semiperiférico, y a promover la nanotecnología como gran área de conocimiento, combinación que para lograr su objetivo requiere de capacidades de política y gestión de la tecnología que no estaban disponibles en el Estado argentino. Como contraposición a esta trayectoria, el análisis de la trayectoria de la nanotecnología en Argentina presentado

¹¹ La autonomía enraizada consiste en una coherencia interna y conexiones externas estatales, que son lazos sociales concretos que ligan al Estado con sectores relevantes de la sociedad y suministran canales institucionales para la negociación de objetivos y políticas. En otras palabras, la autonomía enraizada refiere a un Estado con un grado relativo de autonomía -entre el conjunto de agencias que intervienen en la implementación de dicha política- y, por el otro, cierto grado de enraizamiento en grupos sociales con los cuales el Estado comparte un proyecto de transformación (Evans, 1995).

en esta tesis nos llevará a concluir que las políticas tecnológicas no deben orientarse a tecnologías de frontera o TPGs, ni al financiamiento por difusión de grandes áreas del conocimiento –como la nanotecnología–, sino que deben orientarse a misiones definidas por los sectores estratégicos que emergen de la articulación de las políticas tecnológicas con las políticas de industria, energía, salud, defensa, etc. En este sentido, un componente central de las políticas tecnológicas debe ser el impulso de procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades estatales para el diseño y gestión de políticas tecnológicas.

Desplazar la noción de TPG del centro de gravedad no supone abandonar la nanotecnología, sino redimensionar su necesidad a una trayectorias específicas de aprendizaje en ciertos sectores que definan nichos concretos de demanda y problemas concretos que puedan ser concebidos como una oportunidad para aplicar la nanotecnología a su resolución. Para impulsar este tipo de políticas tecnológicas es necesario un Estado robusto, con capacidades crecientes tanto para la elaboración de metas como para incentivar y/o disciplinar a sectores empresariales y científico-tecnológicos. En otras palabras, es necesario un Estado desarrollista como el que caracterizan Evans (1996, 2007) o Block (2008: 3-4). Este enfoque presupone que la política tecnológica difícilmente pueda impactar sobre un aumento de la competitividad de algún sector de la economía nacional y, por tanto, incidir sobre la matriz productiva, si no se la concibe como un proceso iterativo que coevoluciona con otras políticas, como la industrial, la energética y la de salud, por ejemplo, hecho que supone no solo la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, sino también una gestión macroeconómica consistente con las mismas (Cimoli et al., 2008).

5. Descripción de la investigación

Esta investigación se propone analizar el intento de Argentina de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología, entendida como una TPG, con el objetivo declarado de mejorar la competitividad de su economía. El caso de la nanotecnología constituye un desafío para un país que, según Wallerstein y otros autores, puede definirse como semiperiférico. Para ello, recurrimos a la reconstrucción y estudio de la trayectoria de las políticas en el área de nanotecnología, implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje de análisis las iniciativas de promoción del sector que consideramos más relevantes. Durante el período investigado, la estrategia de promoción del área de nanotecnología fue sufriendo modificaciones en lo que respecta a sus orientaciones, objetivos y formas de ejecución. Así, en un primer momento, que abarca el período 2003-2007, se pusieron en marcha iniciativas tendientes a fortalecer principalmente a la nanociencia. Y a partir de fines de 2007, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), se ponen en marcha políticas que buscan vincular el sector académico y de investigación con el sector productivo. Estas políticas tendientes a la

vinculación entre ambos sectores tuvieron como principal instrumento al programa FONARSEC (Fondos Argentinos Sectoriales), que comienza a ser ejecutado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), a partir de 2009. En la tesis se seleccionaron y analizaron dos proyectos del programa FONARSEC y también se indagó en la trayectoria de la Fundación Argentina de Nanotecnología, buscando determinar el rol que cumple en el entorno nanotecnológico del país.¹²

5.1. Estado de la cuestión

El conjunto de trabajos sobre políticas de nanotecnología en los países latinoamericanos puede agruparse en dos ejes. Por un lado, Delgado Ramos (2004), Foladori e Invernizzi (2005; 2013), Záyago Lau y Rushton, (2007), Záyago Lau et al. (2009), Foladori et al., (2012), Foladori (2012) se focalizan en los beneficios y riesgos potenciales que conlleva la nanotecnología desde una perspectiva social. Por otro lado, Delgado Ramos (2007), Salvarezza (2011), Sánchez (2013), entre los más relevantes, caracterizan el estado de desarrollo y las iniciativas de difusión en nanotecnología. Dentro de este universo de publicaciones, autores como Delgado Ramos (2007), Mendoza Uribe y Rodríguez López (2007), Záyago Lau et al. (2009), Foladori (2012), Invernizzi et al. (2014), destacan a Brasil, México y Argentina como los tres países latinoamericanos que invierten un mayor porcentaje de su PIB en I+D en nanotecnología. Ahora bien, este conjunto de investigaciones comparte el argumento que justificaría la incursión en esta área: el incremento de la competitividad económica. Estos mismos autores destacan la escasa atención prestada a los aspectos socioeconómicos –la calificación de la fuerza de trabajo, la protección de los consumidores y trabajadores contra los riesgos potenciales y la promoción de la participación de las organizaciones sociales en decisiones de política pública– y sostienen que la nanotecnología podría afectar negativamente a la distribución del ingreso entre los países centrales y periféricos, así como también, al interior de sus dinámicas socioeconómicas, ya que conllevarían a una mayor concentración de riqueza, y favorecer el desplazamiento de la mano de obra poco calificada.

Por su parte, los trabajos de Andrini y Figueroa (2008), Lavarello y Cappa (2010), Salvarezza (2011), Boido y Baldatti (2012), Vila Seoane (2011; 2014), Spivak et al. (2012), Hubert (2014; 2016), Carrozza y Brieva (2015; 2017) y Hurtado et al. (2017) se enfocan en el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. Mientras que Andrini y Figueroa (2008) puede considerarse el primer trabajo de relevancia sobre la temática en Argentina, enfocándose en la reconstrucción de un recorrido por las políticas para fomentar la

¹² Caracterizamos como “entorno nanotecnológico”, para abreviar la expresión “entorno institucional-organizacional”, al conjunto de actores, redes y organizaciones públicas y privadas que llevan a cabo actividades relacionadas a la generación, difusión y utilización de la nanotecnología en el país.

nanotecnología en el país, Lavarello y Cappa (2010) se enfocan en las oportunidades y desafíos que abre la nanotecnología para los países en desarrollo, principalmente Argentina. El trabajo de Salvarezza (2011) realiza un recorrido breve por las políticas más destacadas para el desarrollo del área en Argentina, destacando a las instituciones argentinas más productivas del país en la generación de conocimiento en el área y describiendo los principales eventos de divulgación y difusión de la nanotecnología en Argentina. En esta misma línea de divulgación de la nanotecnología en el país, se pueden agrupar los trabajos de Toledo (2013) y Vela y Toledo (2013). Desde otra perspectiva, Boido y Baldatti (2012) reflexionan en torno a los alcances y consecuencias del desarrollo de la nanotecnología, sosteniendo que estas actividades contribuyen en gran medida a consolidar un modelo de organización económica y social que segrega de sus beneficios a amplios sectores de la población. Por su parte, un grupo de trabajos (Hubert y Spivak, 2009; Spivak et al, 2012; Hubert, 2014; Hubert, 2016) se focalizan en la estructuración de la investigación argentina en nanotecnología, abordando los procesos de aglomeración y concentración geográfica a causa del instrumental científico necesario para generar aportes científicos en el área.

Por su parte, Vila Seoane (2011) en su tesis de maestría, acerca del desarrollo y estado de la nanotecnología en Argentina, ofrece una recopilación de los instrumentos más destacables de política en nanotecnología a nivel mundial y caracteriza la política de desarrollo de la nanotecnología en Argentina, identificando los principales centros de I+D que investigan y trabajan en el área, las empresas nacionales relacionadas a la nanotecnología y las instituciones que la promueven, así como también los principales eventos en materia de políticas de fomento al área. En otro estudio, Vila Seoane (2014), se enfoca en delinear las principales características de la política pública para la nanotecnología en Argentina y en el tipo de modelo de desarrollo al que contribuye el desarrollo de esta tecnología. Desde otra perspectiva, Carrozza y Brieva (2015) reflexionan y problematiza acerca de la aplicación de los derechos de propiedad intelectual en el desarrollo de nanotecnologías, mientras que el trabajo de Carrozza y Brieva (2017) se centra en las potencialidades de la nanotecnología para abordar procesos de desarrollo inclusivo y sustentable, a través de un mapeo de las experiencias en nanotecnología para el desarrollo inclusivo y sustentable financiadas por el MINCyT desde 2007 al 2015 y reflexiona sobre las capacidades de la nanotecnología para la generación de dinámicas de desarrollo inclusivo y sustentable, desde una perspectiva constructivista y socio-técnica.

El trabajo de Hurtado et al. (2017), en cambio, cuestiona la noción de TPG para caracterizar la nanotecnología en contexto semiperiférico y, por tanto, estructurar políticas de promoción al área en base a este enfoque. A través de un recorrido por las políticas llevadas a cabo para promover la nanotecnología desde el 2003 hasta el 2015, en este trabajo, además de sumar al análisis de los instrumentos de financiamiento de la

nanotecnología la reconstrucción de una trayectoria institucional específica, se concluye que, a pesar de estructurar las políticas bajo el enfoque de TPG, la nanotecnología no fue gestionada como tal en el caso argentino, dado que no existían las condiciones institucionales ni las capacidades organizacionales necesarias.

5.2. Objetivos e hipótesis

El objetivo central que atraviesa esta investigación es avanzar en la comprensión de cómo mejorar el desempeño de las políticas tecnológicas en contexto semiperiférico. En este sentido, la tesis se propone reconstruir y analizar la trayectoria de las políticas de nanotecnología desde 2003 –año de su inclusión en la agenda pública– hasta 2015 –año de cambio de gobierno, que implicó el inicio de un proceso de degradación de las políticas tecnológicas del período anterior– y determinar en qué medida las iniciativas de difusión y los instrumentos de política han logrado avanzar en la generación de capacidades locales en nanotecnología y en su integración a la economía argentina. Con este objetivo, definimos el objetivo general y los objetivos secundarios, así como las hipótesis que guiaron el trabajo de investigación.

Entonces, el objetivo general es caracterizar, analizar y evaluar la orientación y evolución de las políticas públicas de promoción canalizadas hacia el área de la nanotecnología en Argentina, para determinar las fortalezas y debilidades de esta estrategia de asimilación adoptada en el período 2003-2015.

Entre los objetivos secundarios o específicos se encuentran:

- Determinar la incidencia de las agendas de investigación de los países centrales en las agendas de los países semiperiféricos latinoamericanos, –Brasil, México y Argentina– en el caso de la nanotecnología y describir las principales características de las políticas de fomento a la nanotecnología en estos tres países latinoamericanos.
- Describir y caracterizar las políticas implementadas para fomentar la nanotecnología en Argentina a través de un recorrido histórico, en el período 2003-2015.
- Reconstruir la trayectoria y caracterizar el rol de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) en el entorno nanotecnológico del país, mediante el análisis de sus objetivos, funciones e instrumentos de política implementados.
- Describir y evaluar cualitativamente dos proyectos de la línea FS Nano, pertenecientes al programa FONARSEC.

Las hipótesis preliminares parten de una hipótesis general que sostiene que la formulación, diseño y ejecución de las políticas de promoción de la nanotecnología

tuvieron un impacto considerablemente inferior al esperado sobre la estructura productiva argentina, debido a que se basaron en una conceptualización de política a nuestro juicio errónea –como son las TPGs– para un contexto de país semiperiférico –caracterizado por el lugar que se le asigna en el orden económico mundial y en las dinámicas de cambio tecnológico– y, como corolario, por la ausencia de las capacidades necesarias para el diseño de políticas, coordinación de políticas públicas, diagnóstico, prospectiva, definición de marcos regulatorios o estrategias de comercialización en segmentos del mercado global de alto valor agregado compatibles con los objetivos explicitados.

Por su parte, las hipótesis específicas incluyen:

- La influencia que ejercen los países centrales sobre las agendas de investigación de los países de menor desarrollo, a través de organismos como el Banco Mundial, BID, OEA, UNESCO o la OCDE, son un factor importante en el caso de la nanotecnología.
- Las políticas que fueron implementadas para fomentar la nanotecnología en Argentina en el período 2003-2015 muestran un desdoblamiento entre el discurso y la práctica, ya que mientras que el discurso se focaliza en el aumento de la competitividad económica –meta que involucra fuertemente al sector productivo–, la ejecución se concentró mayoritariamente en la generación de recursos de financiamiento para actividades de investigación y desarrollo y comunicación y divulgación.
- El objetivo de la FAN, que tendía principalmente hacia aumento de la productividad y la competitividad económica a través de financiación de proyectos de tecnología aplicada, ha ido reorientándose a través del tiempo a la función de comunicación y divulgación.
- Si bien los Fondos Sectoriales representan una concepción novedosa en materia de política científico-tecnológica, no han permitido dar un salto cualitativo en términos de calidad y eficacia, aunque sí constituyeron una valiosa experiencia de aprendizaje tanto para los actores involucrados en la ejecución como en términos de acumulación de capacidades para el diseño de políticas.

Creemos que la importancia de este estudio se encuentra en la necesidad de caracterizar las políticas de CyT que fueron implementadas con el objetivo de desarrollar un área tecnológica en ciernes y en el esfuerzo por comprender las estrategias que lleva adelante un país semiperiférico buscando desarrollar capacidades tecnológicas e industriales propias en el área de la nanotecnología, a partir de un contexto muy diferente al de los países centrales, especialmente en las dimensiones institucionales, organizacionales y macroeconómicas. De esta forma, esta investigación se propone realizar un aporte en el plano de la evaluación de políticas de CyT. El abordaje de las

políticas tecnológicas e industriales para la promoción de una determinada área tecnológica resulta esencial debido a que los beneficios que generen estas industrias, así como el grado de incidencia de estas sobre la estructura productiva de un país, serán consecuentes con el “éxito” o “fracaso” de esas mismas políticas.

5.3. Metodología y fuentes de información

Esta investigación adoptó una metodología de tipo cualitativa con tres estudios de casos (Yin, 2003), usando fuentes primarias y secundarias obtenidas de documentos y registros de las instituciones de promoción e incentivos de la nanotecnología, materiales de archivo, como leyes, reglamentaciones, páginas web, notas periodísticas y publicaciones científicas y de divulgación. Por su parte, los estudios de casos se apoyan en 29 entrevistas a actores claves, tanto del ámbito público como privado, y otras fuentes como notas de divulgación y/o publicaciones científicas pertinentes. El criterio de selección de estos casos se apoyó en la magnitud cuantitativa de los fondos desembolsados, diferencia notable respecto a los montos de financiamiento que se venían otorgando para otras iniciativas.

La estrategia de investigación seleccionada incluyó en una primera etapa la revisión bibliográfica de estudios, artículos y trabajos de investigación vinculados a las políticas de promoción de la nanotecnología en Argentina, otros países latinoamericanos y algunos países centrales como Estados Unidos. Esta búsqueda preliminar de fuentes abarcó también los aportes de trabajos sobre la nanotecnología como área tecnológica relativamente novedosa, incluyendo en este punto sus definiciones, características, orígenes y beneficios esperados. El objetivo de esta etapa de revisión fue la conformación de una red de referencias bibliográficas para el relevamiento de fuentes primarias y el diseño de las entrevistas. En la segunda etapa se realizó el relevamiento, sistematización, interpretación y el análisis crítico de las fuentes obtenidas anteriormente, así como también se relevaron las bases de datos y documentos oficiales de organismos públicos como MINCyT y ANPCyT y otras instituciones como FAN, y CONICET. La última etapa abarcó la realización de entrevistas a actores identificados como claves, pertenecientes a tres esferas diferenciadas, investigadores y científicos del ámbito académico, empresarios del sector productivo y funcionarios públicos pertenecientes a organismos generadores de las políticas.¹³ Las entrevistas siguieron un método semiestructurado, sobre la base de una guía de temas compuesta de preguntas abiertas.

¹³ Por ámbito académico se entiende todo aquel ámbito donde se trabaje, investigue y/o desarrolle nanotecnología, como los institutos de I+D de Universidades Nacionales y centros de Instituciones Científico-Tecnológicas como CNEA y unidades del CONICET. Dentro del ámbito empresarial se aglutinan todas las empresas en el país, ya sea de capitales nacionales o extranjeras, que se han ido integrando al proceso de crecimiento y diversificación del sector de

5.4. Organización

Esta investigación se organiza en cuatro capítulos que abarcan distintos aspectos. El primer capítulo describe de qué manera inciden las prioridades de las agendas científico-tecnológicas de los países centrales sobre las agendas de investigación de los países de menor desarrollo, entre ellos, Argentina. Asimismo, se presentan en este capítulo las características más relevantes de las políticas de promoción a la nanotecnología en Brasil, México y Argentina, a modo de ofrecer similitudes y diferencias entre el caso argentino y los casos de Brasil y México. El segundo capítulo presenta una reconstrucción histórica de las diversas políticas que fueron implementadas para promover la nanotecnología en Argentina entre el período 2003-2015, con el fin de determinar fortalezas y debilidades de estas iniciativas. El tercer capítulo se enfoca en el análisis del rol que cumple la FAN en el entorno nanotecnológico del país, mediante la caracterización de sus objetivos, funciones y el análisis de los instrumentos de política implementados por esta Fundación. En el cuarto capítulo se presentan dos casos, cristalizados en dos proyectos pertenecientes al programa FONARSEC, ofreciendo una descripción de los mismos, tratando de visibilizar las dinámicas desplegadas en su puesta en marcha, ejecución y finalización. Por último, se ofrecen una serie de conclusiones y algunas recomendaciones de política tecnológica más acordes a un contexto de país semiperiférico como lo es Argentina, incorporando los aprendizajes y los avances originales generados en el terreno de las políticas tecnológicas de la región latinoamericana en la última década.

nanotecnología. Por último, se entiende por ámbito gubernamental a las organizaciones gobernadas por reglas y prácticas, como el MINCyT, la ANPCyT, la FAN, entre otros.

Capítulo 1. Los inicios de la nanotecnología como política pública en Estados Unidos y en tres países semiperiféricos

1.1. Introducción

La nanotecnología constituye un eje central de las agendas de inversión pública de muchos países, principalmente de los centrales, aunque más recientemente también han pasado a formar parte de las agendas de los países semiperiféricos como también de algunos periféricos. Pese a que la nanotecnología es presentada como la solución a muchos problemas sociales –por ejemplo, a través de la maximización del almacenamiento de energía, tratamientos médicos más eficientes, potabilización de agua a bajos costos, entre otras aplicaciones (Foladori e Invernizzi, 2005)–, el interés de los gobiernos de los países centrales por la nanotecnología se centra en sus potencialidades para dinamizar la economía en su conjunto. De esta manera, desde la perspectiva de los países centrales y, sobre todo, de Estados Unidos, la nanotecnología fue concebida como una próxima TPG que prolongará su ciclo de hegemonía al sostener e impulsar su competitividad económica y productiva (Motoyama et al., 2011; Appelbaum et al., 2011; Hurtado et al., 2017).

Este capítulo plantea interrogantes centrados sobretudo en el interés de los organismos internacionales –como el BID, BM, OCDE, entre otros– para promover el desarrollo de la nanotecnología en los países semiperiféricos y periféricos. Es decir, si lo que mueve a estos organismos de gobernanza global a promover y financiar la nanotecnología es un objetivo de transformación de las economías de los países de menor desarrollo o si, contrariamente, lo que buscan es difundir esta nueva área y generar las condiciones para construir un nuevo mercado global que perpetúe el liderazgo económico de las economías centrales, a través de la integración subordinada de las agendas y grupos de investigación en países no centrales a las agendas y grupos de investigación de estos países.¹⁴

En este capítulo, primero presentamos algunas definiciones de la nanotecnología y sus características más relevantes. Luego, nos centramos en la conceptualización que hacen los países centrales de la nanotecnología como una TPG y en la descripción de su inclusión y consolidación a fines de la década de 1990 como área clave en la agenda de Estados Unidos, a través de la puesta en marcha de su *National Nanotechnology Initiative*. Posteriormente, examinamos la influencia que tuvo la puesta en marcha de este programa y la difusión de la nanotecnología como área estratégica en los países semiperiféricos y periféricos por parte de los organismos internacionales. En concreto, nos enfocamos en

¹⁴ El término “integración subordinada” se refiere a la relación de dependencia producto de la colaboración asimétrica entre grupos de I+D de países no centrales y grupos de I+D de países centrales, que son los que definen las agendas y lideran la colaboración.

Brasil, México y Argentina y realizamos una breve descripción de las políticas públicas que llevan a cabo estos países en esta área de conocimiento. El apartado dedicado a Argentina presenta los instrumentos e iniciativas de apoyo a la nanotecnología de manera muy breve, dado que el siguiente capítulo se dedica a este tema en detalle. Finalizamos resumiendo las similitudes y diferencias en las agendas de estos tres países.

1.2. Nanociencia y Nanotecnología

Como explica Vila Seoane (2011) no hay un consenso a nivel internacional sobre la definición de nanotecnología,¹⁵ pero se puede decir que abarca los conocimientos utilizados para la manipulación de la materia a escala nanométrica en pos de mejorar las propiedades de distintos materiales. Esto es a la escala del nanómetro, que equivale a la mil millonésima parte de un metro o bien, una millonésima parte de un milímetro. Un nanómetro es la 10^{-9} parte de un metro (Bankinter, 2006). Podemos decir entonces que la nanociencia y nanotecnología (NyN) comprende el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas a través del control de la forma y el tamaño de la materia a escala nanométrica.¹⁶ A esta escala, las propiedades que adquiere la materia divergen notoriamente de las propiedades a escala macroscópica, lo que facilita su manipulación, ofreciendo la capacidad de trabajar a nivel molecular, átomo por átomo, para crear estructuras con una nueva organización molecular, capaces de mejorar significativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de distintos materiales, como metales, cerámicos, vidrios, polímeros (Motoyama et al., 2011).

En palabras de Delgado Ramos (2007), se trata de una tecnología que alude al diseño, caracterización y producción de nanoestructuras, nanodispositivos y nanosistemas novedosos a partir del control de la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a escala nanométrica con el objeto de usarlos en diversas aplicaciones civiles y/o militares. Por el amplio abanico de aplicaciones potenciales que abre la NyN, estas suelen ser

¹⁵ Para una recopilación de diferentes definiciones de nanotecnología por parte de distintos países, ver Vila Seoane (2011: 21-22). Para su definición a nivel nacional, ver Vila Seoane (2011: 74).

¹⁶ Aunque suelen utilizarse en ocasiones como sinónimos, en rigor, nanociencia y nanotecnología no son lo mismo. La nanociencia consiste en el estudio de los fenómenos y manipulación de materiales a escala atómica, molecular y macromolecular, donde las propiedades difieren significativamente de las propiedades de una escala mayor. Mientras que las nanotecnologías son el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas complejos mediante el control de la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a escala nanométrica (The Royal Society, 2004). Asimismo, la nanociencia y la nanotecnología están estrechamente relacionadas, ya que es necesario entender las propiedades de los materiales a nanoescala, para luego mejorar materiales existentes y diseñar productos con novedosas características e incluso crear materiales y productos totalmente nuevos (BET, 2009). En esta tesis se va a utilizar el término “nanociencia y nanotecnología” (NyN) siempre y cuando se haga referencia no solo a la nanotecnología, sino también a la nanociencia, mientras que el término “nanotecnología” se va utilizar cuando se haga referencia a la nanotecnología exclusivamente.

denominadas por los especialistas como “nanotecnologías”. Por ejemplo, los materiales nanoestructurados ya son utilizados en productos como bolas de tenis, golf o boliche, en la fabricación de neumáticos de alto rendimiento o de telas con propiedades antimanchas y antiarrugas, en cosméticos, fármacos y nuevos tratamientos terapéuticos, en filtros/membranas de agua nanoestructurados y “remedios” medioambientales, entre otros (Delgado Ramos, 2007).

Por su definición ligada estrechamente a la escala nanométrica, la nanotecnología no es precisamente un fenómeno completamente nuevo, dado que las nanopartículas y nanoestructuras son parte de la naturaleza y su utilización viene de larga data. Por ejemplo, en el siglo V y en la Edad Media ya se usaban nanopartículas de oro y plata para obtener colores cambiantes en vasos de cristal y vidrieras de catedrales (Lupi, 2012). Lo que es relativamente nuevo es la habilidad de los humanos para trabajar, medir y manipular, a escala nano, el tamaño, la forma y las propiedades de la materia, estructuras y partículas, para diversas aplicaciones a través de disciplinas como la física, la química y la biología (BET, 2009). La posibilidad de la manipulación de la materia a nivel atómico fue introducida en 1959 por el físico norteamericano Richard Feynman, ganador del premio Nobel de Física en 1965, en una conferencia que dictó en la *American Physical Society*, titulada “Hay mucho espacio en el fondo”. En la misma, considerada como un hito inaugural para la nanotecnología, el físico afirmó que “nada en las leyes conocidas de la física impedía que se pudiera escribir la Enciclopedia Británica en las 2/3 partes de la punta de un alfiler, construir una maquinaria de tamaño molecular y herramientas de cirugía capaces de introducirse en el cuerpo del paciente y operar desde el interior de sustejidos” (Feynman, 1960).¹⁷ Fueron los avances en instrumentación, en particular en microscopía, los que posibilitaron la observación y la medición de estructuras del orden del nanómetro, impulsando el desarrollo de materiales con nuevas propiedades y de materiales novedosos (Lavarello y Cappa, 2010: 3; Reising, 2009). Más concretamente, tres microscopios fueron los que hicieron posible el veloz avance de la NyN de los últimos años. Estos son el microscopio de barrido en túnel (MBT o STM, por sus siglas en inglés: *scanning tunneling microscope*), el microscopio de fuerza atómica (MFA o AFM por sus siglas en inglés: *atomic force microscope*) y el microscopio de transmisión de electrones (MET o TEM, por sus en inglés: *transmission electron microscopy*). Estas herramientas permiten comprender la relación entre las formas y propiedades de la materia, controlar procesos a nanoescala y diseñar nuevos materiales con propiedades específicas (Lavarello y Cappa, 2010: 5).

¹⁷ “There’s Plenty of Room at the Bottom”. Se puede acceder a una transcripción de esta conferencia en: <http://calteches.library.caltech.edu/47/2/1960Bottom.pdf>. El término “nanotecnología” no fue usado por Feynman, sino años más tarde por el científico japonés Norio Taniguchi (Taniguchi, 1974). Sin embargo, fue Eric Drexler quién difundió el concepto más ampliamente a través de su referencia a los nano robots en la nanotecnología molecular (Drexler, 1986).

Disciplinas como la química, la física, la biología, la medicina y la ingeniería convergen en la NyN, posibilitando su aplicación en áreas como la electricidad, ingeniería mecánica, química y metalurgia, física, textiles, entre otras (Uribe y Rodríguez-López, 2007). Por la imposibilidad de delimitar la NyN a un sector concreto, al ser un área interdisciplinaria, laNyN requiere la convergencia de varias disciplinas y la colaboración entre los investigadores. A este respecto, se puede observar una tendencia de asignación del prefijo “nano” a otros campos de estudio; por ejemplo, nanoelectrónica, nanomedicina, nanobiotecnología, entre otras.

1.3. Nanotecnología como TPG

Al ser un campo emergente en la vanguardia de descubrimientos científicos, el área de la nanotecnología (NyN) presenta potencialidades tanto de índole económica –el aumento de la competitividad e incremento del valor agregado, por ejemplo–, como de índole social, a través de purificadores de agua, paliación de los efectos de ciertas enfermedades, diagnósticos médicos más eficientes, energía limpia y abundante, entre muchas otras aplicaciones (Foladori e Invernizzi, 2005). Además, al tener sus aplicaciones el rasgo de la interdisciplinariedad, el impacto que se busca a través de sus avances se caracteriza como de propósito general, ya que se espera que alcance a la economía en su conjunto (Vila Seoane, 2014; Foladori, 2016).

Por estos factores, la nanotecnología es percibida por algunos estudios, tanto desde las ciencias sociales como desde las ciencias naturales y las ingenierías, como parte del núcleo de tecnologías que podrían conducir a una próxima revolución tecnológica (Echeverría, 2005; Soltani et al., 2011; Motoyama et al., 2011; Rai y Rai, 2017; Koshovets y Ganichev, 2017; Laurent, 2017; Yacizi, 2018), si bien al momento, a nivel global a través de la nanotecnología se han introducido mejoras en los productos ya existentes – innovaciones incrementales– más que innovaciones disruptivas (Boardman et al., 2012: 148-150; Weiss, 2014: 125; Sargent, 2016). Pese a que, desde su irrupción, la nanotecnología es presentada como la solución a los problemas de la sociedad (Diallo et al., 2014; Wiek et al., 2014), el interés de los gobiernos de los países centrales por la nanotecnología se centra en sus potencialidades para dinamizar la economía en su conjunto (Newfield, 2011: 386, 393). De esta manera desde la perspectiva de los países centrales, y sobre todo de Estados Unidos, la nanotecnología es percibida como la próxima TPG que prolongará su ciclo de hegemonía al sostener e impulsar su competitividad económica y productiva (Roco, 2011; Roco, 2017; Hurtado et al., 2017).

En síntesis, una TPG produce un profundo impacto en el crecimiento de las economías en su totalidad por su capacidad de penetración y su dinamismo tecnológico en un gran segmento de productos y sistemas de producción existentes o potenciales (Bresnahan y Trajtenberg, 1995: 1-2). Desde fines de la Segunda Guerra Mundial, el

proceso cíclico de construcción de nuevas fronteras tecnológicas a partir del desarrollo de TPGs –aeronáutica, energía nuclear, tecnología espacial, semiconductores y TICs, biotecnología–fue un componente central de las políticas tecnológicas e industriales que posibilitaron a los Estados Unidos sostener el liderazgo económico y militar (Ruttan, 2008; Mazzucato, 2013). Actualmente es la nanotecnología la que es conceptualizada como una TPG desde la visión de los países centrales, pero especialmente desde Estados Unidos (Motoyama et al., 2011; Appelbaum et al., 2011).

El impulso al desarrollo de la NyN no fue un resultado espontáneo del avance de la frontera del conocimiento científico-tecnológico, sino que fue el producto de un proceso de toma de decisiones liderado por un reducido grupo de actores políticos y económicos involucrados en la definición de las políticas industriales y tecnológicas de los Estados Unidos durante los años noventa. Este grupo asumió: i) que el gobierno norteamericano debía ser un promotor decisivo en la movilización de iniciativas organizacionales para impulsar el desarrollo de la NyN a través de la convergencia de los sectores de la economía y la defensa que se podrían beneficiar con esta iniciativa; y ii) que se necesitaban inversiones públicas de gran escala en un esfuerzo por asegurar una rentabilidad comercial capaz de sostener el dinamismo y la competitividad de la economía norteamericana. Esta estrategia –impulsada por un organismo gubernamental, el *National Science and Technology Council* (NSTC), creado por iniciativa de Bill Clinton en 1993, que a su vez impulsó cinco años más tarde el *Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology* (IWGN)– involucró a trece agencias federales (Motoyama et al., 2011: 109, 110, 115; Delgado Ramos, 2007: 167; Newfield, 2011; Boardman et al., 2012).

El NSTC se encargó de organizar talleres, en los que participaron miembros influyentes de agencias federales, científicos de la industria y miembros del poder ejecutivo y legislativo, para evaluar las potencialidades y limitaciones de la NyN y para determinar su estado en el país y su prospección y los esfuerzos de investigación en otros países. Creado el IWGN en octubre de 1998, entre 1998 y 1999 se dan a conocer los informes producidos por estos talleres. Como consecuencia, se detecta una necesidad industrial para impulsar la NyN. Desde estos informes hay un llamado de atención al gobierno para que destine grandes inversiones hacia la NyN para generar la infraestructura adecuada, las normas que regulen estas nuevas tecnologías y hacia la capacitación de recursos humanos especializados (Motoyama et al., 2011: 111-112; Newfield, 2011).

Así, en marzo de 1999, el IWGN propuso impulsar un programa a escala nacional en NyN. En noviembre de ese mismo año el *President's Council of Advisor on Science and Technology* (PCAST) –Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología del Presidente– preparó una carta dirigida al presidente Clinton, en la cual todas sus recomendaciones se basaron en informes del IWGN. En la misma se resaltaba la importancia económica de la

nanotecnología, la cual “tendrá un profundo impacto en nuestra economía y en la sociedad del siglo XXI, tal vez comparable a las tecnologías de la información y la comunicación o la tecnología celular, genética, o biología molecular” (PCAST, 1999a) y se sostenía además que “las inversiones en nanotecnología tienen el potencial para generar el crecimiento futuro de la productividad industrial” y que el país que lleve a cabo aplicaciones nanotecnológicas tendrá “gran ventaja en la escena económica y militar para las próximas décadas”, remarcado así sus beneficios tanto económicos como geopolíticos (Motoyama et al., 2011; PCAST, 1999b).

Explícitamente se abogaba a sostener y perpetuar la hegemonía económica de Estados Unidos valiéndose de la nanotecnología, definida como la próxima TPG: “La NNI [*National Nanotechnology Initiative*] es un excelente marco de múltiples agencias para asegurar el liderazgo de Estados Unidos en este campo emergente que será esencial para sostener el liderazgo económico nacional en la primera mitad del siglo siguiente” (PCAST, 1999a). “Sin la NNI, hay un peligro real de que nuestra nación podría caer por detrás de otros países. Para asegurar el liderazgo futuro, los Estados Unidos deben hacer una inversión grande y sostenida en esta área” (PCAST, 1999b). Para justificar la intervención estatal, se argumentó que el sector privado no podría llevar a cabo el desarrollo de la nanotecnología debido a que se prevén aplicaciones comercializables a un plazo de 10 a 20 años. En contraposición, las industrias en general solo invierten a un plazo de 3 a 5, es decir a corto y mediano plazo, debido a su aversión al riesgo. Por otro lado, la inversión del sector público, remarcaron, es esencial debido a la naturaleza de la nanotecnología, la cual se caracteriza por ser altamente interdisciplinaria, lo que es incompatible con las estructuras de las industrias y en general, del sector privado (PCAST, 1999b).

El sesgo empresarial del proceso de creación de la NNI es descrito por Delgado Ramos (2007: 167-168), dado que el PCAST incluye entre sus miembros a más de veinte representantes de la cúpula del poder empresarial y militar norteamericano, como las multinacionales Lockheed Martin, Honeywell, Intel, Dell o GlaxoSmithKline, entre otros. Además, los informes elaborados por el IWGN, que fueron utilizados por el PCAST para redactar sus recomendaciones, contaron con representantes de la gran industria tales como Motorola, Exxon Research and Engineering Company, Eastman Kodak, entre otros.

Finalmente, en agosto de 2000 es lanzada formalmente la NNI y el *National Science and Technology Council* (NSTC), organismo principal de coordinación de la iniciativa, reemplaza el IWGN por un subcomité llamado *Nanoscale Science, Engineering and Technology* (NSET). En enero de 2001 es creada la *National Nanotechnology Coordination Office* (NNCO) para proveer apoyo administrativo y técnico al NSET en la elaboración de presupuestos y evaluación de programas, además de coleccionar información sobre las actividades de investigación, desarrollo y comercialización de la NyN (NNI, 2006: 17).

La NNI comienza a ser financiada en 2001 y, según fuentes oficiales, se trata de un mecanismo de coordinación de las agencias federales que apoyan la investigación a escala nanométrica. De esta manera, cada agencia invierte en aquellos programas y proyectos que refuercen su propia misión (NNI, 2006: 16). El diseño de esta compleja red de organizaciones fue acompañado por un caudal creciente de financiamiento, que pasó de 255 millones de dólares en 1999 a 464 millones en 2001, y que alcanzó los 1781 millones en 2010, “una de las mayores inversiones del gobierno [norteamericano] en tecnología desde el programa Apollo” (Motoyama et al., 2011: 110). Hacia 2018 la NNI recibió 1200 millones, apoyando las inversiones en investigación básica y aplicada en etapa inicial, así como también los esfuerzos de transferencia de tecnología. Acumulativamente, la NNI recibió un total de más de 25.000 millones de dólares desde su inicio en 2001 (NSTC, 2017).

En la NNI intervienen trece agencias federales conformando una red dinámica de investigación. Entre las principales agencias involucradas, pueden mencionarse la *National Science Foundation* (NSF), el *Department of Defense*, el *Department of Energy*, el *National Institute of Health* (NNI, 2006: 29-30; Roco, 2006) que concentran aproximadamente el 90% del presupuesto (Motoyama et al. 2011: 114; NNI, 2006: 21).¹⁸ La intervención de las trece agencias responde al carácter interdisciplinario de la NyN, cuya política industrial no se limita a promover a una industria específica. El carácter descentralizado de la política industrial estadounidense constituye un rasgo remarcable (Mazzucato, 2013).

En suma, la NNI ha actuado generando infraestructura, coordinando una red dinámica de investigación y trabajo, generando actividades interdisciplinarias y creando institutos dedicados a la I+D de la nanotecnología, confeccionando un marco legal, invirtiendo en educación y formación de recursos humanos altamente capacitados e interdisciplinarios, y además, intentando generar una normativa para estudiar y evaluar los potenciales efectos adversos del uso de las nanotecnologías (NNI, 2006; Roco, 2006). A más de 10 años de la puesta en marcha de la NNI, el gobierno federal estadounidense actúa de tres maneras: en primer lugar, proporciona financiamiento directo a pequeñas y medianas empresas para aplicaciones comerciales tecnológicas. En segundo lugar, los departamentos federales y las agencias que reciben financiamiento a través de la iniciativa de vez en cuando destinan subvenciones directas a las empresas privadas.¹⁹ El desafío que enfrentaba Estados Unidos hacia 2010, según Motoyama et al. (2011), era lograr una

¹⁸ El financiamiento de la NNI es aprobado por el Congreso y es proporcionado a través de asignaciones a cada una de las agencias intervinientes en la iniciativa. La NNI no tiene fondos centralizados. Su presupuesto general se calcula al agregar los presupuestos de nanotecnología para cada una de las agencias federales que proporcionan fondos para la investigación y el desarrollo a nanoescala (Sargent, 2013: 8).

¹⁹ Entre sus metas, la NNI explícitamente se refiere a la facilitación de la transferencia de productos que incorporen nuevas tecnologías con fines de crecimiento económico y de empleos. Sobre el apoyo económico y el financiamiento a la comercialización hacia los desarrollos nanotecnológicos de empresas estadounidenses ver capítulo 3 de la NNI (2006).

mayor participación e interacción con el sector privado, dado que su política industrial está explícitamente orientada a producir aplicaciones comercializables en el mercado.

Con respecto a este punto, Weiss (2014) agrega que la NNI nunca fue pensada como una iniciativa puramente centrada en la investigación. Así, después de un enfoque inicial hacia la investigación en nanoescala, la inversión en NNI se desplazó a aplicaciones, fabricación y comercialización. A medida que la comprensión de la nanotecnología fue incrementándose, la NNI comenzó a trabajar con una variedad de organizaciones de la industria para facilitar el traslado de los resultados de las actividades de I+D desde el laboratorio al mercado en campos como semiconductores, productos químicos, energía, concreto y productos forestales. Como resultado, hacia 2005, las principales corporaciones estadounidenses –como Intel, Motorola, Lucent, Hewlett Packard y General Motors– habían logrado un progreso sustancial con varios productos nanofabricados y comenzaban a dirigir su atención hacia la producción en masa. Para ello, la administración de Obama invirtió más de 500 millones de dólares para ayudar a las empresas a convertir sus nano innovaciones en productos escalados. Más recientemente, como resultado de algunos proyectos generados por la NNI, se llegaron a comercializar aplicaciones avanzadas en una amplia gama de sectores, incluyendo la electrónica, la medicina y diagnósticos médicos, energía y nuevos materiales (Weiss, 2014: 127-128).

Según Delgado Ramos (2007: 171-172), la NNI consolidó en Estados Unidos una Nanored –expresión que utiliza el autor para referirse a la reorganización del aparato científico y tecnológico estadounidense en torno a la NNI–, cuya amplitud se extiende desde los espacios de I+D integrados bajo la sombrilla de la NNI, abarcando tanto a centros de las principales universidades del país, a centros de I+D de tecnología militar del Pentágono, tanto públicos como secretos, así como hacia el abanico de laboratorios de las multinacionales y pequeñas y medianas empresas del país (Delgado Ramos, 2007: 171-172; Weiss, 2014: 125-129).

Motoyama et al. (2011) remarcan que la NNI demuestra que el gobierno norteamericano fue más allá de reforzar las señales del mercado –a través de provisión de infraestructura o establecimiento de normas–, sino que ha jugado un papel estratégico en la selección de la tecnología y la orientación de montos masivos de inversión pública hacia esta nueva tecnología seleccionada. De esta manera, la NNI es un buen ejemplo de una “política industrial oculta” del Estado norteamericano (Block, 2008),²⁰ donde “el gobierno federal interviene no solamente a través de la asignación de un presupuesto masivo, sino también a través de redes asociadas con un gran entramado de múltiples agencias” (Motoyama et al., 2011: 110). Esta acción del Estado norteamericano se corresponde con lo que Block (2008) denomina “Estado Desarrollista en Red”, caracterizada como

²⁰ La política industrial es entendida desde un concepto amplio, que se refiere a las actividades gubernamentales destinadas a promover la competitividad en el mercado global de empresas e industrias (Motoyama et al., 2011: 110).

estructura “altamente descentralizada”, diseñada para “ayudar a las firmas a desarrollar productos y procesos innovadores que todavía no existen”. En esta misma línea, Mazzucato (2013: 87) sostiene que el gobierno norteamericano “[...] no solamente seleccionó la nanotecnología como el sector para respaldar con mayor fuerza”, sino que “también procedió a lanzar la NNI, a evaluar las reglas y las regulaciones concernientes a la nanotecnología, estudiando los variados riesgos involucrados y transformándose en el mayor inversor”, yendo más lejos que “lo hecho en la biotecnología y las ciencias de la vida”.

Desde el punto de vista de Mazzucato y Semieniuk (2017), se trata de un Estado emprendedor que asumió los riesgos de la inversión temprana y riesgosa con un horizonte a largo plazo con una concepción de política orientada a misión. El Estado operó como motor del cambio inicial al emprender el crecimiento de una nueva tecnología, brindando financiamiento a la investigación y encargándose también de las fases de exploración y producción de nuevos productos, creando redes descentralizadas que agrupen tanto al sector empresario, como al académico y financiero, para hacer entender el potencial de la NyN al sector productivo y creando así nuevos mercados de manera activa (Mazzucato, 2013).

La NNI constituye un caso de cómo una nueva TPG es seleccionada para traccionar el crecimiento económico de un país y perpetuar su hegemonía a través de políticas tecnológicas llevadas a cabo por una red de agencias descentralizadas orientadas a misiones u objetivos (“*mission-oriented*”). Estas políticas son las que se enfocan en el desarrollo de capacidades tecnológicas consideradas primordiales para el desarrollo de sectores estratégicos apoyados en innovaciones radicales o TPGs para alcanzar objetivos específicos (Ergas, 1987). Actualmente, la nanotecnología es un eje primordial de la política industrial estadounidense (Weiss, 2014: 125; Sargent, 2016; Roco, 2017; Suárez, 2018), aunque en un principio fue el resultado de la visión y el esfuerzo de un grupo reducido de científicos e ingenieros que percibieron sus potenciales beneficios para la economía estadounidense. Buscando emular el patrón de política industrial tácita, rápidamente otros países centrales, entre ellos Japón, China, Corea, Israel, Rusia, Alemania, Francia y el Reino Unido, por mencionar algunos ejemplos, se sumaron a la tendencia de promoción al desarrollo de la NyN, entendida como TPG esencial en la prolongación de ciclos económicos dinámicos.²¹ Como veremos, poco más tarde algunos países semiperiféricos y periféricos también comenzaron a incursionar en la NyN,

²¹ Para un estudio de caso para China puede verse Appelbaum y Parker (2008) y Appelbaum et al. (2011); para Corea ver Bae et al. (2013), Lee et al. (2013), So et al. (2014); para Israel ver Rosenbaum et al. (2007); para Japón ver Kanama y Kondo (2007) y Kanama (2013); para Rusia ver Connolly (2013) y Frolov et al. (2015). Para el caso europeo ver Kozhukharov y Machkova (2013). Para estudios sobre la nanotecnología en Francia ver Hesto y Lourtioz (2016) y para Alemania ver Zweck et al. (2008).

orientando sus agendas públicas hacia su desarrollo, caracterizándolas de la misma manera que los países centrales: como TPGs.

1.4. Nanotecnología en la semiperiferia

En América Latina los tres países que invierten un porcentaje mayor en relación a su PBI en NyN son Brasil, México y Argentina. Como veremos, la decisión de incursionar en NyN de estos tres países se basa en argumentos semejantes a los expresados por Estados Unidos y la UE. Desde el discurso oficial de estos tres países se justifica la necesidad de invertir en NyN por la mejora de la competitividad de sus economías. Asimismo, otros países latinoamericanos han priorizado e incrementado los recursos dirigidos a este campo del conocimiento, aunque en menor proporción que Brasil, México y Argentina (Foladori et al., 2012; Foladori e Invernizzi, 2013; Invernizzi et al., 2014; Foladori, 2016; Foladori et al., 2017a; Suárez, 2018: 21).

Foladori et al. (2012) analizan las políticas públicas llevadas a cabo en Brasil, México y Argentina en cuanto a la NyN, identificando principalmente dos características en común entre estos países. Por un lado, en estos países hay una “tendencia a la creación de centros de excelencia científica integrados a la industria, con el propósito de mejorar la competitividad internacional”. Es decir, la investigación de estos países sigue las agendas de vanguardia en la escena mundial –o investigación científica de frontera–, aunque en la formulación explícita sostienen que persiguen aplicaciones comerciales en el corto y el mediano plazo. Por otro lado, se identificó una “falta de atención a las cuestiones sociales, tales como la calificación de la fuerza de trabajo, la protección de los consumidores y los trabajadores contra los riesgos potenciales” (Foladori et al., 2012: 331-332).

Haciendo énfasis en la integración subordinada de las agendas de investigación pública de los países en desarrollo a las agendas de los países centrales, Foladori e Invernizzi (2013: 36-37) explican que las primeras iniciativas de inversión y promoción de la NyN desde fines de la década de 1990 en algunos países de América Latina fueron incentivadas por un discurso difundido por organismos internacionales como el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Organización de los Estados Americanos (OEA), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). Estos organismos remarcaron las potencialidades de la nanotecnología “para lograr competitividad internacional, lo que puede conducir su desarrollo a las demandas del mercado internacional”, salto cualitativo que, se argumentaba desde las fuentes de promoción de los países centrales, era necesario si los países en desarrollo buscaban convertirse en “economías del conocimiento” y competir en los mercados globales (Foladori e Invernizzi, 2013: 37). Es decir que, a través del discurso de los organismos internacionales, que se encargó de resaltar un conjunto de atributos asignados

a la nanotecnología, se buscó imponer a la NyN como una línea tecnológica estratégica (Lugones y Osycka, 2018).

En este contexto teórico de la “economía del conocimiento” difundido por organismos internacionales, la NyN fue instalada como un “área estratégica” en los países semiperiféricos y periféricos, mediante la cual sería posible generar un impacto sobre el desarrollo económico (Foladori y Carrozza, 2017). Es decir, las organizaciones como OCDE y el BM ven el conocimiento y la innovación como prerequisites necesarios para el desarrollo de los países semiperiféricos y periféricos, en donde la transformación del aparato industrial de estos países descansa sobre la aludida economía del conocimiento (World Bank, 1999). Así, los esfuerzos para impulsar la NyN en estos países se inscriben en la “economía del conocimiento”, suponiendo que sus pilares incrementan la competitividad y que, por consiguiente, les permite promover el crecimiento económico (World Bank, 2007: 167). Así, la competitividad es una de las justificaciones de mayor peso para hacer uso de recursos públicos para la investigación de la NyN, tal como veremos que sucedió en el caso argentino al crearse la Fundación Argentina de Nanotecnología, de manera semejante a como la noción de competitividad figura en el programa de Brasil y en los reportes emitidos por el gobierno de México (Záyago Lau et al., 2009: 337; Foladori et al., 2017b: 150).

Al discurso difundido por los organismos internacionales se suman los sistemas de evaluación de los investigadores que, al priorizar las publicaciones en revistas internacionales, condicionan a estos a ajustarse a los temas que fijan estas revistas, estrechamente ligados a las agendas establecidas por los países centrales, que no necesariamente coinciden con las necesidades de desarrollo de los países de menor desarrollo (Foladori et al., 2012; Invernizzi et al., 2014; Foladori, 2012). De esta manera, “más allá de las diferencias particulares de cada país, las políticas de NyN en América Latina deben entenderse en el contexto de los lineamientos de los organismos internacionales” (Foladori, 2012: 152). Así, a pesar de que en el discurso oficial de los países latinoamericanos prevalece la cuestión de incentivar la NyN buscando alcanzar mayor competitividad internacional, en la práctica la investigación en esta área está “configurada dentro de las redes académicas internacionalizadas, entre investigadores nacionales y sus colegas de Estados Unidos y países de la Unión Europea, los que pueden influenciar las agendas de investigación local a partir de las necesidades extranjeras” (Foladori e Invernizzi, 2013: 37). De acuerdo con Foladori e Invernizzi (2013: 40-41), esto ocurre debido a las fuertes barreras de entrada a la investigación en NyN, que requieren equipamiento costoso, motivo que llevó la pronta incorporación de los investigadores latinoamericanos a las redes internacionales. El resultado de esta combinación de una política explícita orientada hacia la competitividad internacional en conjunto a la organización de redes académicas cuyas contrapartes están en países

desarrollados determina una agenda de I+D disociada de las necesidades locales y en la cual tienen un gran peso las necesidades sociales y los mercados extranjeros. Por su parte, Delgado Ramos (2007: 173) llega a una conclusión similar al sostener que la orientación de las agendas públicas de Brasil, México y Argentina, si bien con especificidades propias del contexto local, “están particularmente subsumidas a la dinámica de la Nanored estadounidense”. Esta característica y el hecho de no buscar posicionarse en segmentos o nichos de la nanotecnología específicos –avalados por estudios sobre potencialidades de las economías nacionales–, visibilizan su sesgo de desvinculación de las necesidades endógenas y su rezago tecnológico.

A continuación, presentamos un panorama acotado sobre las políticas de promoción a la NyN en Brasil, México y Argentina. Brasil fue el primer país latinoamericano en orientar su agenda pública hacia la NyN, lanzando su “Iniciativa Brasileira em Nanotecnologia” en 2001 (Invernizzi, 2007; Delgado Ramos, 2007: 176; Kay et al., 2009; Berger, 2016; Barbosa et al., 2018). El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) –que pasó a llamarse desde 2011 Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI)–, junto con el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil, reunieron investigadores para formar un taller y establecer una agenda para impulsar la NyN en 2000. Del taller surgió la necesidad de crear un programa nacional de NyN, mientras en simultáneo se impulsó un grupo de articulación compuesto por 10 investigadores con el propósito de identificar las experiencias en NyN en el país y delinear una agenda. En 2001 este grupo identificó alrededor de 200 investigadores vinculados a la temática de la NyN (Invernizzi, 2007: 42). Como resultado de esta iniciativa fueron financiadas cuatro Redes Cooperativas Multidisciplinarias de Investigación Básica y Aplicada sobre NyN por cuatro años, organizadas como centros virtuales de cobertura nacional con el propósito de conectar los recursos humanos dispersos en redes cooperativas descentralizadas para compartir la infraestructura. Estas Redes se propusieron coordinar más de 300 investigadores, 600 estudiantes de posgrado, 77 universidades y centros de investigación y 13 empresas, buscando la conformación de una capacidad científico-tecnológica en esta área, con un presupuesto de un millón de dólares (Kay et al., 2009; Foladori et al., 2012; Aydogan-Duda, 2012).

En 2004, el MCT incorporó a su Plan Plurianual para el período 2004-2007 el Programa de Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología con un presupuesto de 39 millones de dólares, que recomendó acciones para construir y apoyar laboratorios y redes de investigación, desarrollar recursos humanos calificados y promover la cooperación entre los investigadores y la industria. El programa “establecía como objetivo central el desarrollo de nuevos productos y procesos basados en nanotecnología para aumentar la competitividad de la industria nacional” (Invernizzi et al., 2012: 57). Este programa dio lugar a otro programa más amplio: el Programa Nacional de Nanotecnología lanzado en

2005, que además estaba alineado con la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior, que adjudicaba a la nanotecnología carácter estratégico para el desarrollo de la innovación y competitividad del país. La política de ciencia y tecnología en Brasil, al orientarse hacia la innovación, impulsó algunos cambios institucionales, como por ejemplo la creación de los Fondos Sectoriales de Ciencia y Tecnología –instrumento de financiamiento de proyectos creado en 1999–, la promulgación de la Ley de Innovación (Ley 10.973/2004) y la llamada “Lei do Bem” (Ley 11.196/2005). Todas iniciativas orientadas a la generación de una mayor interacción entre el sector productivo y el sistema de investigación, mediante el estímulo a la cooperación entre empresas, universidades y centros de investigación. También, fueron creados nuevos laboratorios y re-equipados los existentes (Invernizzi et al., 2012: 57-58; Invernizzi, 2007; Foladori et al., 2012: 340; Foladori e Invernizzi, 2013: 35). Según Barbosa et al. (2018) la NyN siguió siendo un área prioritaria en los sucesivos planes plurianuales brasileños: 2007-2010, 2012-2015 y 2016-2019 (Barbosa et al., 2018).

El presupuesto brasileño en NyN para el período 2005-2006 llegó a más de 30 millones de dólares (Delgado Ramos, 2007: 177) y, entre 2001 y 2007, Brasil invirtió alrededor de 83 millones de dólares en NyN (Invernizzi y Cavichiolo, 2009: 141) y, entre 2004 y 2008, el presupuesto para NyN en el MCT fue de aproximadamente 95 millones de dólares (Kay et al. 2009). A los fondos federales deben adicionarse los recursos propios en NyN de algunos gobiernos estatales, lo que dificulta su estimación oficial (Invernizzi et al., 2012).

Desde 2005 hasta 2009 fueron financiadas diez nuevas redes de investigación cooperativa, en el marco del Programa de Nanotecnología, con una orientación hacia la industria y en 2010 fueron lanzadas otras 17 (Foladori et al., 2012; Invernizzi et al., 2012). Estas redes, focalizadas en la innovación, priorizaron programas de trabajo con objetivos enfocados en la solución de problemas relevantes en nanociencia, nanotecnología o nanobiotecnología para el desarrollo socioeconómico y científico de Brasil (Martins, 2010: 59), siendo apoyadas con 12 millones de dólares adicionales para los próximos cuatro años, cuyo perfil de investigación estuvo más orientado a la aplicación industrial, implicando cooperación con el sector productivo (Kay et al., 2009). A fines de 2008 se financiaron en Brasil los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología con un foco temático de desarrollo a largo plazo, donde la nanotecnología tuvo un papel relevante (Martins, 2010).

Según Invernizzi et al (2012), el MCT invirtió desde la formulación del primer programa de NyN en 2004 hasta 2009, un valor aproximado de 190 millones de dólares. Los recursos invertidos fueron dirigidos a la mejoría de la infraestructura, la formación de recursos humanos, proyectos de investigación básica y proyectos de I+D en cooperación con empresas. Además, la sintonía entre la política de nanotecnología y la política

industrial derivó en una mayor coordinación entre las diversas agencias del gobierno, teniendo como foco facilitar la transferencia del desarrollo científico al sector productivo. El CNPq fue cediendo espacio a otras agencias en la promoción de la investigación y formación de recursos humanos, por ejemplo, la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP). El Banco Nacional de Desarrollo (BNDES) creó un fondo específico de capital de riesgo para apoyar las inversiones en empresas emergentes en nanotecnología y biotecnología, y el Servicio Brasileño de Apoyo a Micro y Pequeñas Empresas creó programas para la incubación de pequeñas empresas en áreas estratégicas. Por su parte, en el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior varios órganos fueron articulados para estimular la innovación en NyN. La Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial, encargada de la ejecución de la política industrial, realizó actividades de divulgación y estudios prospectivos y sectoriales en pos de vincular el desarrollo científico con las necesidades de la industria, el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial fue equipado para realizar metrología, normalización y certificación en nanotecnología y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial realizó estudios internacionales de patentes en nanotecnología. Estos dos institutos intervienen en la generación de un marco regulatorio para nanotecnología en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Trabajo y Empleo (Invernizzi et al., 2012: 59-60). Fue en 2007 cuando el plan de acción del MCT estableció, por primera vez, dentro de la política pública la necesidad de analizar las cuestiones éticas y el impacto social resultado del uso de productos nanotecnológicos (Invernizzi, 2007: 45).

En materia de coordinación interministerial, hacia 2012 fue creado el Comité Interministerial de Nanotecnología (CIN), otorgando una estructura de ejecución que coordina a los distintos ministerios: Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, Defensa, Desarrollo, Industria y Comercio Exterior, Trabajo, Educación, Medio Ambiente, Minería y Energía, Salud, coordinados por el Ministerio de Ciencia. La finalidad del CIN es asesorar a los ministerios en la integración de gestión, coordinación y elaboración de políticas, directrices y acciones para el desarrollo de la NyN en Brasil. Entre las acciones del CIN podemos destacar, por un lado, su adhesión al proyecto europeo NANOREG, proyecto que impulsa una regulación internacional en NyN desde la Comunidad Europea, buscando sentar las bases técnicas y científicas para las cuestiones relativas a regulación en NyN, involucrando la OCDE, la Organización Internacional para la estandarización (ISO) y la Agencia Europea de Químicos(REACH/ ECHA). Otra acción del CIN fue su programa de política pública, que formó el SIS-NANO, un sistema nacional de laboratorios de nanotecnología para empresas, con “el fin de estructurar la gobernabilidad de las nanotecnologías mediante un programa de movilización de empresas radicadas en Brasil, optimizar la infraestructura de los laboratorios e institutos de ciencia y tecnología, entre otros objetivos” (Berger, 2016: 19-20).

Por su parte, Invernizzi et al. (2012: 65-66) agregan que una acción importante de la política brasileña de NyN en relación a la formación de personal y acceso a infraestructura de investigación fue la promoción de acuerdos de cooperación internacional. En este sentido, en 2005 fue creado el Centro Brasileño-Argentino de Nanotecnología, en 2009 Brasil y México firmaron un acuerdo para crear el Centro Virtual Brasileño-Mexicano de Nanotecnología y luego el mismo formato fue acordado con Chile, para crear el Centro Brasileño-Chileno de Nanotecnología. Además, la NyN fue integrada a los acuerdos de cooperación con la UE desde 2004 y otras colaboraciones incluyeron a países como Japón, China, Francia, Alemania, España, Portugal, Estados Unidos, Rusia, Corea del Sur, Irán, India y Sudáfrica.

Al poner el foco en el sector productivo de Brasil, en 2010 fueron identificadas 150 empresas que desarrollan o usan nanotecnología, en las que destacan los sectores químico, petroquímico, farmacéutico, cosmético, material médico y odontológico, textil y materiales nanoestructurados. Algunas empresas se encuentran en fase de investigación, otras desarrollan nuevos productos y la mitad ya comercializa productos que incorporan nanotecnología y prácticamente la mitad ha obtenido algún tipo de fondo público para realizar I+D, siendo los llamados para investigación en forma cooperativa entre empresas e instituciones científico-tecnológicas y las subvenciones económicas a empresas los principales instrumentos utilizados (Invernizzi et al., 2012: 69). Hacia 2016 se podían contabilizar en el país más de 50 centros de investigación, 1200 investigadores y 150 empresas que desarrollan o aplican nanotecnología (Berger, 2016: 18, Pellin y Engelman, 2017), destacando la industria química, petroquímica y de la salud.

Los institutos de investigación en Brasil se caracterizan por un formato de red de investigación que incluye varias instituciones de diferentes regiones del país, dirigidas por una institución de excelencia y al menos 21 Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología de 123, están involucrados en la NyN (Foladori et al., 2012: 341).²² Además, Brasil es el país de la región que posee mayor cantidad de equipamiento e instalaciones adecuadas para llevar a cabo la investigación en NyN (Delgado Ramos, 2007: 176).

En síntesis, desde 2004 fueron financiados numerosos proyectos en NyN por la Agencia de Financiamiento para Investigaciones y Proyectos (FINEP), órgano perteneciente al MCT, responsable principalmente por el apoyo a la I+D e innovación en las empresas. Entre estos se encuentran proyectos para actividades de I+D en empresas e instituciones de investigación, proyectos para la incubación de empresas de nanotecnología y un refuerzo a los Fondos Sectoriales (Invernizzi et al., 2012: 58). Por su parte, el CAPES –organismo dependiente del Ministerio de Educación cuya función consiste en la evaluación de posgrados y otorgamiento de becas– sostiene la formación de

²² Para ver los lugares y centros en los se trabaja e investiga NyN en Brasil ver Foladori et al. (2012) y Foladori e Invernizzi (2013).

recursos humanos a través del otorgamiento de becas para temas de NyN (Invernizzi, 2007: 43). También el CNPq apoya el financiamiento e investigadores en adición a las redes, como el programa para los doctores jóvenes y su programa general de becas para maestría y doctorado (Foladori et al., 2012), y apoyó la inserción de investigaciones en actividades de I+D de empresas privadas, donde la NyN era un área prioritaria. Sin embargo, este programa fue discontinuado oficialmente en 2016 (Barbosa et al., 2018).

Por último, siguiendo a Delgado Ramos (2007), la subordinación científico-tecnológica de Brasil con respecto a los países centrales se manifiesta en que, si bien Brasil desarrolla aplicaciones puntuales vinculadas a productos específicos, sobretudo en nanomateriales, lo hace bajo esquemas de colaboración con algún actor extranjero que financia o co-financia la investigación. Según el autor, esto debe leerse como la desnacionalización del eventual negocio que el país podría hacer en esos nichos de innovación. Sin embargo, en lo que respecta a la I+D nanotecnológica de relevancia, en términos de su impacto en el encadenamiento productivo nacional, este se encuentra en las grandes empresas estratégicas del país que cuentan con la protección y apoyo estatal. Por ejemplo, las investigaciones financiadas por Petrobras para el desarrollo de herramientas de perforación de alto rendimiento y las potenciales aplicaciones nanotecnológicas vinculadas a la industria aeroespacial/satelital brasileña (Delgado Ramos, 2007: 177-178; Aydogan-Duda, 2012: 64).

A diferencia de Brasil, México no cuenta con un programa nacional centralizado para la NyN, aunque posee varios grupos de investigación en la temática y convenios bilaterales con universidades de Estados Unidos y la UE (Delgado Ramos, 2007; Suárez, 2018). En este país, la NyN aparecía como un área estratégica para el desarrollo de materiales avanzados en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECyT), que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. El PECyT destacó la necesidad de un Programa Nacional de Nanotecnología en México y una Red de intercambio científico en esta área, con un enfoque en la formación de recursos humanos, la mejora en equipamiento y la conexión con la industria. En 2008, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 también estableció a la NyN como una de las nueve áreas prioritarias para el desarrollo de la ciencia y tecnología y como un subcampo importante dentro del sector energético (Foladori e Invernizzi, 2013; Invernizzi et al., 2014; Suárez, 2018: 34).

Para 2010 la política de apoyo a la NyN se cristalizó en una Red de Nanociencia y Nanotecnología (2009), con un presupuesto aproximado de 700.000 dólares para cinco años, en la construcción de dos Laboratorios Nacionales de nanotecnología (2007) de aproximadamente 1,8 millones de dólares cada uno, y en el desarrollo de parques científico-tecnológicos donde estuvieran integradas las empresas, el gobierno y la academia (Záyago Lau y Foladori, 2010: 165; Takeuchi y Mora Ramos, 2011). Además, en

el Estado de Nuevo León fue creado un clúster de nanotecnología, con una incubadora orientada hacia las necesidades de las maquiladoras. Para 2010, había más de 60 universidades o centros públicos de investigación en México con programas de I+D en NyN, y aproximadamente 500 investigadores involucrados.²³ Sin embargo, el Programa Nacional de Nanotecnología recomendado por el PECyT no fue creado por falta de fondos y la ausencia de una iniciativa nacional (Foladori y Záyago Lau, 2007; Foladori et al., 2012: 341-342). En el PECyT más reciente de 2014-2018, el desarrollo de nanomateriales y nanotecnología fue nuevamente seleccionado como área prioritaria para lograr el objetivo principal del programa, que gira en torno al desarrollo sostenible y el progreso económico y social (Suárez, 2018: 34). Según algunas estimaciones, entre 1998 y 2004, el CONACYT financió aproximadamente 152 proyectos de investigación relacionados con NyN, con un monto total estimado en 14.4 millones de dólares (Záyago Lau y Foladori, 2010: 151; Takeuchi y Mora Ramos, 2011: 60; Foladori et al., 2012: 341).

En México, a nivel educativo fueron implementados nuevos programas de posgrado. Para el 2010 se llevaron a cabo cerca de 33 programas de maestría y doctorado en NyN o con especialización y alrededor de 7 cursos de licenciatura (Foladori et al., 2012: 349; Záyago Lau y Foladori, 2010). Para 2017, México contaba con 44 programas de doctorado, 43 programas de maestría y 12 programas de licenciatura en NyN, aunque estos programas han sido diseñados como iniciativas individuales de las universidades, no como un programa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (Foladori et al., 2017a).

Foladori y Záyago Lau (2007: 56) agregan que, ante la ausencia de una Iniciativa Nacional de Nanotecnología, el desarrollo de la NyN en México avanza de manera descentralizada en diferentes centros de investigación que buscan acuerdos bilaterales o multilaterales para conformar redes científicas en el área. Estas redes son utilizadas por los investigadores para paliar la insuficiencia de la infraestructura tecnológica y científica (Robles Belmont, 2009: 94). La dificultad estriba en que México no presenta objetivos claros ni una dirección determinada en el desarrollo de la NyN, careciendo de bases de datos que faciliten el trabajo en redes y de mecanismos para evitar la duplicación de esfuerzos (Záyago Lau y Foladori, 2010: 151). El principal aliado de México en materia de I+D en NyN es Estados Unidos, pero existen también acuerdos de colaboración con otros países y regiones. Por ejemplo, en 2004 se firmó el Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica entre la Comunidad Europea y México. Este convenio posibilitó la participación de centros de investigación mexicanos en las actividades del Sexto Programa Marco de Desarrollo Tecnológico de la UE (2002-2006), en donde la NyN fue un tema prioritario (Záyago Lau y Foladori, 2010: 163). Además, el CONACYT en particular tiene

²³ Para ver los lugares y centros en los se trabaja e investiga nanotecnología en México ver Foladori y Záyago Lau (2007), Záyago Lau y Foladori (2010), Foladori et al. (2012) y Foladori e Invernizzi (2013), Mendoza Uribe y Rodríguez López (2007).

acuerdos de cooperación específicos en NyN con Argentina, la UE, Brasil y la Universidad de Manchester del Reino Unido (Foladori et al., 2017a).

Por su parte, Suárez (2018) agrega que, la NyN como prioridad en los programas oficiales de ciencia y tecnología, financieramente se centró en la generación de infraestructura en laboratorios, la formación de recursos humanos y promoción de redes y proyectos de investigación, actividades que fueron financiadas a través de convocatorias de CONACYT, aunque algunos recursos también fueron asignados por universidades, centros de investigación e institutos a través de iniciativas de redes, proyectos y colaboración con organismos científicos internacionales de Estados Unidos, la UE, Brasil y Argentina. El principal patrocinador en NyN en México fue el CONACYT junto con algunas organizaciones transnacionales como la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC),²⁴ o la UE a través de sus diversos Programas Marco (Suárez, 2018: 35-36).

Con foco en la subordinación tecnológica en I+D en NyN, Delgado Ramos (2007: 174-175) menciona la creación de una Red Binacional de Centros de Diseño en 2004, establecida a través de la FUMEC, que busca la colaboración en I+D de tecnologías de sistemas micromecánicos (MEMS) y nanomecánicos (NEMS). Esta red tiene la función de elaborar diseños y prototipos para “nichos de mercado específicos”, pues se espera que la Red facilite el desarrollo tecnológico de los microsistemas a través de la transferencia de tecnología con instituciones de Estados Unidos líderes en este campo. El autor señala que no se trata de un desarrollo de tecnología propia vinculada a las necesidades mexicanas, dado que los principales beneficiarios del programa son el Departamento de la Defensa y el empresariado estadounidense. Agrega que México, al carecer de una política económica industrial que se centre en aprovechar el avance de la nanotecnología en el país, se apresura a engancharse en actividades de NyN totalmente supeditadas a esquemas de I+D de los países del centro. Según este autor, la NyN en México en su mayor parte está integrada a modelos de cooperación de bajo o nulo efecto en su encadenamiento productivo, careciendo de una agenda de investigación vinculada a sus necesidades nacionales (Delgado Ramos, 2007: 561). Otros autores llegan a una conclusión similar. Foladori et al (2017b: 155) señalan que esta Red, enfocada en MEMS y NEMS, cuenta con la participación de al menos doce universidades o centros de investigación mexicanos, al menos tres universidades estadounidenses y varias empresas estadounidenses y fue creado un laboratorio binacional de sustentabilidad en conjunto con un clúster binacional para encapsulación de MEMS/NEMS, donde los laboratorios de Sandia tienen un rol protagónico. Los mismos autores agregan que en México la I+D en MEMS se concentra en las primeras etapas del proceso productivo, muy por detrás de la

²⁴ FUMEC es una organización binacional sin fines de lucro creada en 1993, en el contexto de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio entre ambos países, cuya misión es promover la colaboración binacional en ciencia y tecnología, a fin de contribuir a la solución de problemas de interés común, especialmente los que apoyan el desarrollo económico y social de México. Para mayor información ver: <http://fumec.org/v6/index.php?lang=es> (Consultado el 15/05/2018).

posibilidad de producir MEMS a escala industrial, generando dudas sobre la viabilidad a largo plazo de esta estrategia (Foladori et al., 2017b: 160). Agregan que, si bien los proyectos requieren la participación bilateral, la mayoría de estos son administrados por Estados Unidos, que tiende a orientar los fondos de investigación hacia sus intereses (Foladori et al., 2017b: 161).

Un tema que fue desatendido en las políticas de ciencia y tecnología en México es el relativo a las regulaciones en torno a la NyN. Sin embargo, Foladori et al. (2017a: 5) señala que, por influencia de la OCDE, la Secretaría de Economía de México ha elaborado lineamientos de aplicación voluntaria sobre regulaciones específicas en NyN, siguiendo las indicaciones de la Secretaría de Comercio de los Estados Unidos. México, participando en el comité de la ISO de nanotecnología, ha utilizado las definiciones de la ISO para emitir las normas mexicanas. De esta manera, en 2007 se crea el Comité Técnico Nacional de Normalización en Nanotecnologías para la regulación de la NyN en México, tomando las recomendaciones de la OCDE y la ISO.

Por último, en cuanto al sector industrial nanotecnológico mexicano, pese a las dificultades de ubicar empresas en esta área –por la inexistencia de una base de datos sobre empresas que trabajen o desarrollen aplicaciones a partir de la NyN–, Záyago Lau y Foladori (2010) ubican 23 firmas, recopiladas hasta 2009, que utilizan insumos nanotecnológicos, ya sea producidos por estas empresas o adquiridos por un proveedor. Sin embargo, en 2012 México levantó una encuesta de empresas que trabajan con nanotecnología, por solicitud de la OCDE, que arrojó unas 188 “empresas nanotecnológicas” (Foladori et al., 2017a: 7; Suárez, 2018: 36). Sin embargo, otro estudio contabilizó la cantidad de 139 empresas con al menos un producto nanotecnológico en el mercado hacia 2016, cuyo principal sector económico es la producción de productos químicos (Appelbaum et al. 2016).²⁵ En referencia a la relación entre el sector privado y público, la vinculación en NyN es escasa, pese al hecho de que toda la política mexicana está orientada a la “participación del sector empresarial junto con el gubernamental y la academia” (Foladori et al., 2017a: 4), así como tampoco hay mecanismos de promoción de la comercialización de la nanotecnología.

En Argentina, las primeras iniciativas de políticas de impulso a la NyN tuvieron lugar unos años más tarde en relación a Brasil y México. Un antecedente fue la organización de un taller en NyN en 2004 para delimitar sectores en donde se hacía NyN en el país y, a consecuencia del mismo, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) financió la creación de cuatro redes de investigación en NyN en el marco del Programa de Áreas de Vacancia (PAV) (Andrini y Figueroa, 2008; Salvarezza, 2011). En 2005 fue creada la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) con un presupuesto de

²⁵ Entre estas 139 empresas que identifica el estudio se incluyen empresas extranjeras que venden sus productos en México. Por ejemplo, se contabilizaron empresas como Avon, Kellogs, Kodak, Toshiba, DuPont, Sony, Whirlpool, entre otras.

10 millones de dólares para los siguientes 5 años y fue lanzado un proyecto de Ley que impulsaba el Plan Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías, aunque posteriormente no fue sancionado (Senado y de Diputados de la Nación Argentina, 2005). En 2006, la FAN abrió su primera licitación para la financiación de iniciativas sobre NyN, mientras que la ANPCyT financió dos proyectos más de NyN en el marco del Programa de Áreas Estratégicas (PAE). Posteriormente, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) en noviembre de 2007, la FAN pasó a estar bajo su órbita. En 2009, a raíz del plan *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*, en el que se explicitaba que la NyN iba a ser tratada como una TPG (MINCyT, 2012), la ANPCyT puso en marcha el FONARSEC, un programa de financiación sectorial, que se propuso avanzar sobre las deficiencias de vinculación entre sector público y productivo a través de proyectos consorciados concentrados en tres áreas de la NyN: nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores (Foladori et al., 2012: 342). No obstante, la subordinación de las temáticas de investigación a las agendas de los países centrales también estuvo presente en el caso argentino, por ejemplo, en la creación de la FAN ligada a intereses de una multinacional estadounidense (Delgado Ramos, 2007: 176), aspecto que abordamos en el siguiente capítulo.

1.5. Similitudes y diferencias en la semiperiferia

En síntesis, la NyN en Brasil, México y Argentina es asumida como sector estratégico. Encontramos en los documentos de formulación de políticas de estos tres países algunos rasgos semejantes en la concepción del papel asignado a la NyN en el futuro de los desarrollos económicos nacionales que hacen pensar en la afirmación de Albornoz (1997) cuando se refiere a la tendencia de las políticas de los países de la región a la homogeneización como consecuencia de la influencia de los organismos internacionales, pero también del tradicional patrón imitativo de las políticas científicas y tecnológicas de los países centrales por parte de los países semiperiféricos con una escasa adaptación hacia las especificidades sociales y económicas locales. Así, el primer punto en común entre las políticas adoptadas para incentivar la NyN de estos tres países es su foco en el aumento de la competitividad. Las diferencias aparecen en los mecanismos e instrumentos que pusieron en marcha para lograrlo, aunque también hay algunas similitudes en este campo. Por ejemplo, la conformación de redes, construcción de nuevos laboratorios, modernización en cuanto a equipamiento en los existentes, la formación de recursos humanos, son varios puntos en común en las políticas de estos tres países.

En los tres casos, las redes de NyN ayudaron a la adquisición de equipamiento costoso y a la descentralización de la investigación científica, concentrada

tradicionalmente en las universidades y regiones económicas más dinámicas. En este sentido, aunque los tres países enfrentan dificultades en cuanto a la adquisición de equipamiento e infraestructura, esto es más crítico en Argentina y México respecto de Brasil. Por lo cual Argentina y México buscan compensar las deficiencias en sus capacidades tecnológicas a través de la inserción en redes globales de NyN de algunos grupos locales bajo programas de cooperación internacional desventajosos para ellos. Por su parte, Brasil cuenta con una gran cantidad de investigadores vinculados a la NyN, en donde la mayor parte de la investigación se realiza en universidades y se articula en redes descentralizadas financiadas con recursos públicos, aunque prevalece un sesgo hacia la investigación básica.

De esta forma, pese al discurso oficial del aumento de la competitividad económica e industrial, en los tres países tendió a prevalecer la investigación científica básica, a pesar del esfuerzo manifestado en el diseño de instrumentos que pudieran superar este sesgo. Por ejemplo, una característica general que comparten los tres países es la escasa inversión en I+D por parte del sector productivo en la NyN. Buscando superar este problema, los tres países implementaron incentivos económicos para asociar empresas con investigadores. En Brasil, el CNPq incrementó el número de becas y fondos para investigación en proyectos de desarrollo tecnológico de colaboración empresa-universidad y los programas del FINEP empezaron a apoyar las actividades innovadoras de las empresas a través de subsidios no reembolsables, incentivos fiscales, fondos reembolsables, y fondos compartidos entre empresas e instituciones de investigación, como los Fondos Sectoriales. En la misma línea, el mecanismo de los Fondos Sectoriales que existe en Argentina desde 2010, y que busca la integración del sector de investigación y productivo, se inspiró en el instrumento de Brasil. Por último, en México, con el anuncio del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012, la exigencia de empresas junto a centros públicos de investigación se volvió explícita y fueron creados nuevos programas de financiamiento para empresas pequeñas, medianas y grandes corporaciones. Sin embargo, pese a que los tres países implementan instrumentos de política orientados a la incorporación de empresas privadas, el Estado todavía tiene una presencia dominante en la inversión en NyN (Foladori et al., 2012: 352; Foladori, 2016: 74). En esta tesis vamos a enfocar con algún detalle, entre otras iniciativas, el caso de los Fondos Sectoriales en Argentina para intentar detectar y analizar el tipo de limitaciones que enfrentan estos instrumentos de política cuando se proponen superar el sesgo de la producción de ciencia básica promoviendo la vinculación público-privada.

Un aspecto adicional sobre las políticas de desarrollo de la NyN en América Latina son precisamente los aspectos que no fueron contemplados por sus políticas de manera oficial. Así, ninguno de los tres países se enfocó en atender los potenciales riesgos a la salud y al medio ambiente y a los aspectos laborales relacionados, a diferencia de los

países centrales. Los organismos internacionales seleccionaron a la NyN como área prioritaria, pero se abstuvieron de introducir criterios básicos en la implementación de políticas en relación con los riesgos, tanto a la clase obrera, los consumidores y el medio ambiente (Foladori, 2012; Foladori e Invernizzi, 2013). De esta forma, prácticamente nada del financiamiento público de los países de América Latina destinado a la NyN fue dirigido a estudios de riesgo, excepto un llamado por parte del MCT de Brasil en 2004 para estudiar los aspectos éticos y ambientales de la nanotecnología y la nanobiotechnología, que contó con 35 mil dólares de presupuesto y que no tuvo continuidad (Foladori, 2012: 159). Sin embargo, hacia 2011 se solicitó un informe de riesgos sobre la NyN, surgieron concursos para proyectos en relación a la nanotoxicología y se creó un grupo dedicado a trabajar en un marco regulatorio en el ámbito del Foro de Competitividad en Nanotecnología (Foladori, 2012: 166; Invernizzi et al., 2012).

En cuanto al sistema educativo y la inclusión de la NyN, el país más activo en este terreno fue México. En este país se pusieron en marcha numerosos programas de posgrado vinculados a la NyN, mientras que en Brasil y Argentina se implementaron algunos cursos y especializaciones de posgrado y grado (Foladori et al., 2012). En el caso argentino, también algunas universidades incluyeron materias sobre NyN en carreras universitarias de grado (Vela y Toledo, 2013: 21) y en 2016 fue aprobada la Licenciatura en Nanotecnología (Esteban, 2016).²⁶

En síntesis, en los tres países la NyN es conceptualizada como un área tecnológica estratégica o prioritaria, compartiendo el argumento del impacto esperado en la competitividad de sus economías en el corto o mediano plazo. Ahora bien, de estos tres países, Brasil es el que presenta el mejor balance en términos de infraestructura de investigación, número de investigadores, número de publicaciones y presupuesto asignado a la investigación en NyN. A su vez, es el menos inmerso en el esquema de la subordinación científico-tecnológica y cuyos programas de trabajo se conectan más definidamente con problemáticas relevantes para el desarrollo socioeconómico y científico del país. Por su parte, México, pese a no contar con un programa nacional centralizado para la NyN, posee varios grupos de investigación y cuenta con convenios de investigación bilateral con universidades de Estados Unidos o la UE, centrando su estrategia en la generación de infraestructura en laboratorios, formación de recursos humanos y la promoción de redes y proyectos de investigación. A su vez, México destaca en el terreno educativo, al haber implementado la mayor cantidad de programas de posgrado relativos a la NyN. Por último, la política de NyN en Argentina inicialmente se enfocó en la creación de redes para promover la investigación en NyN y, posteriormente, en la creación de la FAN y

²⁶Resolución Ministerial 856/2016. Se trata de una Licenciatura de cursada presencial de 4 años de duración de la Universidad Caece. Para más información ver: <http://www.ucaece.edu.ar/carreras/departamento-de-sistemas/licenciatura-en-nanotecnologia/> (Consultado el 21/05/2018).

de nuevas iniciativas que buscaron la integración de empresas del sector privado en la NyN. Finalmente, buscando superar la escasa inversión en I+D por parte del sector productivo en la NyN, los tres países implementaron incentivos para asociar empresas con investigadores. En Brasil, fueron incrementados los fondos para investigación en proyectos de desarrollo tecnológico de colaboración empresa-universidad y se empezaron a apoyar financieramente actividades innovadoras de las empresas a través de subsidios no reembolsables, incentivos fiscales, fondos reembolsables, y fondos compartidos entre empresas e instituciones de investigación, como los Fondos Sectoriales. En Argentina, el instrumento más destacable en términos financieros para vincular al sector de investigación con el productivo fueron los Fondos Argentinos Sectoriales, inspirados en los Fondos Sectoriales de Brasil, que serán objeto de análisis de los próximos capítulos. Por último, en México, desde 2012 la exigencia de empresas junto a centros públicos de investigación se volvió explícita y fueron creados nuevos programas de financiamiento para empresas pequeñas, medianas y grandes.

Capítulo 2: Nanociencia y Nanotecnología en Argentina

2.1. Introducción

En el capítulo anterior mostramos de qué manera la NyN se configuró como área prioritaria en las agendas de inversión públicas en algunos países semiperiféricos de la región a partir de la influencia de las agendas de los países centrales, que conciben a la nanotecnología como una de las próximas TPGs que van a sostener e impulsar su competitividad económica y productiva (Hurtado et al., 2017). En la región, Brasil, México y Argentina son los tres países que más invierten en NyN, aunque en Argentina, como consecuencia de la profunda crisis económica, social y política que sumió al país en un caos institucional en los años posteriores a la crisis terminal de 2001, el impulso gubernamental inicial fue tardío respecto de sus vecinos. Si bien las políticas iniciales caracterizaron a la NyN como área de vacancia, con la presentación del plan *Argentina Innovadora 2020* (MINCyT, 2012) la NyN comienza a ser conceptualizada como una TPG. En este capítulo, con el objetivo de enfocarnos en los problemas que plantea la adopción en la gestión de políticas de promoción a la nanotecnología bajo el enfoque de TPG, siguiendo las tendencias internacionales, nos preguntamos: ¿cuáles son las capacidades de las que dispone un país semiperiférico para impulsar el desarrollo de la nanotecnología como TPG en marcha?; ¿resulta estratégicamente viable, para Argentina, definir como TPG la nanotecnología y orientar las políticas bajo ese criterio?

El presente capítulo se divide en tres secciones. La primera se dedica a mostrar, mediante un recorrido histórico, las políticas impulsadas para promover la NyN en Argentina, describiendo sus hitos más importantes y mostrando sus deficiencias. La segunda sección, mucho más breve, se enfoca la iniciativa más importante en materia de cooperación científico-tecnológica en el área de NyN, buscando determinar cómo influyó en la investigación local. Por último, la tercera sección describe en términos generales las características principales de la investigación nanotecnológica en Argentina.

2.2. Políticas de promoción de la nanociencia y nanotecnología

En Argentina, antes de las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN, existían en el país algunos grupos dispersos de investigadores –fundamentalmente físicos, químicos y especialistas en ciencias de los materiales– cuyas temáticas estaban en el área de NyN (Salvarezza, 2011: 18), aunque no se denominaban bajo ese término. El caso más citado en la reconstrucción de la conformación del campo nanocientífico y nanotecnológico emergente es la trayectoria del doctor Roberto Salvarezza en el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional

de La Plata (UNLP), que realizó una estadía postdoctoral de tres años (1988-1991) en la Universidad Autónoma de Madrid en España y, durante 1989, consiguió otra beca del centro de investigación de IBM en Zúrich –donde trabajaban los inventores del microscopio de efecto túnel– para asistir a un curso sobre el uso de esa nueva técnica de microscopía. A su regreso a Argentina en 1991, el INIFTA consigue financiamiento –no sin complicaciones– para comprar este microscopio, formando el Laboratorio de Nanoscopía y Físico-Química de Superficies. Este laboratorio desarrolló sus actividades a partir de la experiencia posdoctoral de Salvarezza en Europa, quien, durante 1996 y 1997, logró adquirir dos microscopios adicionales y consolidar su laboratorio (Hubert, 2016: 90-91). A pesar de ser éste el caso más comentado, no fue el único, sino que varios investigadores tuvieron experiencias laborales o de posgrado en el exterior y esa base de investigadores argentinos formados en parte en centros internacionales de I+D –en su mayoría en países centrales–, permitió que varios institutos locales desarrollen actividades en NyN a lo largo de los años noventa y la primera década del nuevo siglo, destacándose el Instituto de Química-Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) –dependiente de CONICET y de la UBA– y algunos grupos de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). De esta forma, los científicos argentinos se insertaron en la dinámica global de la NyN, a partir de la reproducción de prácticas y técnicas experimentales de laboratorios de países centrales (Hubert, 2016: 90-91).

Los investigadores de los grupos que estaban involucrados en proyectos de investigación en NyN, a través de su contacto con redes internacionales, impulsadas en gran parte por las condiciones socioeconómicas de ese momento, empezaron a proponer el tema en la agenda de las políticas públicas. Por ejemplo, a fines de 2001, un grupo de investigadores se refería a los cambios industriales que traería la nanotecnología (*Clarín*, 2001). Surgen así una serie de demandas desde las comunidades de investigación nacionales asociadas al diseño y formulación de políticas públicas específicas para el área (Carrozza y Brieva, 2017: 57), basadas en dos tipos de motivos. Por un lado, se ubican los requisitos de las revistas internacionales –mayoritariamente estadounidenses o europeas– que orientan las temáticas de investigación, y, por otro lado, influye la necesidad de no quedar rezagados en la carrera regional incipiente de la NyN, dado que países vecinos, en especial Brasil, ya habían comenzado a impulsar políticas de apoyo al sector (Vila Seoane, 2014: 80).

Sin embargo, como expusimos en el capítulo anterior, pese a estas demandas locales del sector científico, el factor que más influyó en la puesta en marcha de políticas públicas de promoción de las NyN en Argentina fue el ímpetu que tuvo la temática a nivel internacional, impulsada inicialmente por Estados Unidos –y seguidamente por los demás países centrales– tras el lanzamiento de su NNI en 2001. Su principal manifestación fue la difusión impulsada por los organismos internacionales, centrada en el argumento de los

efectos multiplicadores de la nanotecnología en el incremento de la competitividad en las economías de los países en desarrollo (Foladori e Invernizzi, 2013; Foladori y Carrozza, 2017). En este punto, es importante destacar que gran parte del financiamiento de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) proviene de créditos otorgados por el Banco Mundial o por el BID, lo que impacta en el tipo de instrumentos diseñados o las áreas financiadas en los países en desarrollo. Vila Seoane (2014: 80) remarca que “no por nada, en varios países del mundo, las biotecnologías, nanotecnologías y las TICs fueron ‘detectadas’ como prioridades nacionales” y que, desde los gobiernos de los países receptores de los fondos de organismos de crédito se suele aceptar dicha “sugerencia”, bajo el supuesto objetivo de desarrollar, asimilar y/o adaptar las tecnologías emergentes a sus contextos específicos. Por tanto, el factor internacional, tanto en el establecimiento de las agendas de investigación como en el financiamiento, fue decisivo en la adopción de políticas públicas de promoción a la NyN.

Por otro lado, en relación a la conformación de una comunidad local de investigación en NyN, luego de la difusión del término “nanotecnología”, se produjo una reorientación de los investigadores formados en disciplinas como física, química y ciencia de los materiales, hacia temáticas agrupadas bajo la denominación común de “nano”. Mientras que a nivel internacional la orientación hacia la NyN se promocionó dando un lugar central a los científicos como actores legítimos que trabajan sobre los temas avanzados, a nivel nacional se puede identificar la orientación hacia la NyN como estrategia para acceder a mejores condiciones de trabajo y aumentar el prestigio científico local. Posteriormente, cuando la NyN comienza a ser un área apoyada por montos crecientes de financiamiento, muchos investigadores se suman reorientando sus investigaciones hacia esta área motivados por el acceso a los recursos concursados. Sin embargo, antes de la popularización del término “nanotecnología”, en el país había muchos investigadores que ya tenían un vínculo con la NyN. El siguiente fragmento es ilustrativo:

“Yo soy doctor en Química, lo que se llama fisicoquímica. Me dediqué a electroquímica toda la primer parte de mi carrera y hacia fines de la década del noventa se veía que la nanotecnología, todavía no se hablaba de la nanotecnología porque no había salido la iniciativa norteamericana de nanotecnología, pero ya se veían las cosas que se podían hacer. Entonces, por un subsidio alemán compramos acá un FM [microscopio de fuerza atómica] y así empezamos a estudiar el nanomundo. Mi primera publicación en nanotecnología fue sobre partículas magnéticas del año 2001, cuando nadie todavía hacía estas cosas acá. A partir del 2000 salió la iniciativa norteamericana, pusieron mucha plata y ahí fue el boom. Pero nosotros ya habíamos empezado. Ahí hubo toda una reconversión de los grupos. Los que hacían películas finas, ahora hacían nanotecnología. Eso es típico de los científicos, siempre nos adaptamos a las

nuevas modas, concretamente, hacia donde viene la plata (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).²⁷

2.2.1. Redes científicas en NyN

Como consecuencia de la crisis terminal de 2001, en Argentina las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN tuvieron lugar en noviembre de 2004 a través del llamado Programa de Áreas de Vacancia (PAV) impulsado por la ANPCyT, dependiente de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT), dependiente del Ministerio de Cultura y Educación.²⁸ Para suplir la ausencia de diagnósticos y estudios prospectivos, la ANPCyT organizó un “Taller sobre las Nanociencias y las Nanotecnologías en la Argentina” que hizo posible inferir la necesidad de impulsar la creación de redes de investigación en NyN (Andrini y Figueroa, 2008). El PAV contó con un monto total de \$18.000.000 y el monto máximo a financiar se fijó en \$900.000 –300.000 dólares aproximadamente– para cada proyecto de nanotecnología (PAV, 2004a).

En marzo de 2005 se dio a conocer que el PAV financiaría las primeras cuatro redes científicas en NyN, que contaron con una asignación de \$3.553.982 –un 23 % del total del programa y poco menos de 2 millones de dólares– a ser utilizados durante tres años (Andrini y Figueroa, 2008: 27-28). Estas redes se organizaron en torno a grandes disciplinas, como física, química, ingeniería y biología. La red “Laboratorio en Red para el Diseño, Simulación y Fabricación de Nano y Micro Dispositivos, Prototipos y Muestras”, con participación de la CNEA –en especial, el Centro Atómico Constituyentes (CAC) y el Centro Atómico de Bariloche (CAB)–, el CONICET, la Universidad Nacional del Litoral (UNL), la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) y la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) recibió un subsidio total de \$898.769 y estuvo dirigida por el doctor Alberto Lamagna, con el objetivo de conformar una red de laboratorios con capacidad para diseñar, simular y fabricar muestras, prototipos y dispositivos de la micro y nanoescala. Otra de las redes fue “Autoorganización de bionanoestructuras para la transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos”, donde participaron la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y el Centro de Investigaciones en Química Biológica de Córdoba (CIQUIBIC), la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) y CONICET. El monto total del subsidio otorgado a esta red a cargo del doctor Bruno Maggio fue de \$893.694. La “Red Argentina de

²⁷ En esta misma dirección, muchos químicos consideran que los nano-objetos designan elementos conocidos desde mucho tiempo bajo otro nombre, como los coloides, y otros investigadores dicen haber estado trabajando en NyN antes de saberlo (Hubert, 2016: 91-92).

²⁸ Se entiende como área de vacancia a aquellos sectores considerados estratégicos poco explorados por la investigación y en los que es necesario generar conocimiento para contribuir al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

Nanociencia y Nanotecnología: materiales nanoestructurados y nanosistemas (MaN)” involucró a la CNEA-CAB, CNEA-CAC, UBA, CONICET y la UNSL, con un subsidio de \$899.959 a cargo del doctor Carlos Balseiro, enfocada en la investigación de diferentes nanomateriales, en particular superficies y recubrimientos, y en el diseño de nueva instrumentación. Por último, la “Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología Molecular, Supramolecular e Interfases”, en la cual participaron la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), la UNC, CNEA-CAC y la CNEA-CAB, la UBA, la UNSL y la UNLP-CONICET, recibió un monto de \$861.560, estuvo coordinada por Salvarezza y abarcó la síntesis por autoensamblado molecular y caracterización microscópica de nanomateriales (PAV, 2004b; Spivak et al., 2012). Cada red se compuso de al menos tres nodos de grupos orientados hacia la investigación, involucrando el total de las redes unos 250 investigadores y una cantidad equivalente de estudiantes de doctorado. Las cuatro redes comenzaron a ser financiadas recién en 2007, funcionando hasta mayo de 2011 con una duración prevista para tres años, aunque empezaron a trabajar en 2006 informalmente (PAV, 2004a; Salvarezza, 2011: 18; véase figuras 2.1. y 2.2. en Anexo).

Según Vila Seoane (2011: 110-111) las redes fueron un instrumento fundamental para facilitar la movilidad de estudiantes en el país, permitiendo la capacitación en distintas técnicas y conocimientos. Además, paliaron la falta de equipamiento, permitiendo compensar la relativa desigualdad en cuanto a su repatriación a lo largo del territorio (Hubert y Spivak, 2009: 80) y lograron cierta articulación entre los grupos de investigación (véase figuras 2.3. y 2.4. en Anexo). No obstante, “las redes no fueron capaces de lograr una mayor integración entre los grupos de investigación, ya que no se realizaron eventos financiados específicamente por la red, sino que se organizaron acciones que se hubiesen hecho igual de manera aislada”, esto es, sin la necesidad de la estructura formal de una red. Por otro lado, según los investigadores participantes en estas redes, el dinero asignado no era suficiente para coordinar otras actividades y tampoco fueron incluidos todos los grupos del sistema científico y tecnológico que estaban trabajando en NyN (Vila Seoane, 2011: 110-111). A este respecto, algunos científicos realizan balances muy críticos. Por ejemplo, una investigadora de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) comentó:

“¿Cuáles son las redes? ¿Dónde están? Alguien decidió vamos a hacer nano. Se juntaron 4 amigos del ministro claramente. Las cuatro primeras redes las hicieron entre ellos y nosotros quedamos afuera por una cuestión política. Se sentaron, dijeron ‘Vamos a hacer una red. ¿Quiénes son los dueños? vos, vos y vos. ¿Hay alguien más trabajando? Ah no sé, no me interesa. Nos dividimos la plata entre nosotros’ [...] lo de las redes no sé ni siquiera a dónde llegó. Hoy en día no existen

más. No pasó nada [...]. Así que para mí no sirvieron para nada” (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).²⁹

Los investigadores también mencionaron que faltó gente para un óptimo funcionamiento de cuatro redes y que para “los pocos investigadores existentes en su momento en el país tal vez no tendrían que haberse dividido en cuatro redes distintas”. Claramente las redes PAV fueron más nanocientíficas que nanotecnológicas, impulsadas por el sector de investigación. Es decir, que sus temáticas no fueron el producto de un diagnóstico y, por lo tanto, no se conectaban con ningún actor social (Vila Seoane, 2011: 111).

Desde otra perspectiva, Hubert y Spivak (2009) señalan que estas redes, al enmarcarse en las grandes disciplinas, se alejaron del discurso de interdisciplinariedad que suele acompañar a la NyN. La organización inicial de estas redes reactualizó las fronteras entre la física, la química, la ingeniería y la biología. Sin embargo, según Spivak et al. (2012), esa separación disciplinar obedeció al criterio de conformación de las redes, más que a su funcionamiento, dado que las dos redes más numerosas inicialmente fueron una sola que posteriormente se separó para duplicar el financiamiento y en la práctica trabajaron en conjunto. Además, como expresa un investigador, la movilidad estudiantil no se restringió a los nodos de una red, sino que también conectó las redes entre sí:

“[...] nos agrupamos por capacidades y no en forma interdisciplinar como era de esperar. Los físicos con los físicos y los químicos con los químicos, así se formaron [...]. Porque cada uno se identificaba con otra cosa, no era un nanotecnólogo. A pesar de esto, sirvió un montón [...]. Se empezaron a articular distintos grupos [...] era un área de vacancia. Había que tratar de relacionar a los distintos grupos que tuvieran capacidades para investigar en el área. Muchos grupos que venían de otras especialidades se incorporaron, ya que la perspectiva era acceder a una buena financiación. Nosotros éramos casi desde el origen parte del área porque nuestra especialidad eran las microscopías, en realidad nanoscopías, STM y AFM. Otros grupos se fueron convirtiendo, se fueron transformando porque era un área que tenía grandes posibilidades de desarrollo en Argentina y en el mundo [...]” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

2.2.2. Proceso de creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología

Por iniciativa de un grupo de física del Instituto Balseiro –siendo los actores destacados los doctores Francisco de la Cruz y Mario Mariscotti–, que pretendía montar un laboratorio limpio en Bariloche (Lavarello y Cappa, 2010), se genera una demanda, en aquel entonces dirigida al titular del Ministerio de Economía y Producción, Roberto Lavagna. En términos del “protomodelo” de Oszlak y O'Donnell (1995), que analiza el proceso mediante el cual un tema es problematizado socialmente, transformado en

²⁹ Investigadora perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas (CIDE n) de la UNQ, enfocado en el desarrollo de sistemas terapéuticos y vacunas. Para más información consultar: <http://www.nanomedicinas.unq.edu.ar/> (Consultado el 27/6/2018).

cuestión e incorporado en la agenda del debate público, toda cuestión atraviesa un ciclo vital que se extiende desde su problematización social hasta su resolución al ser solucionada o dejada de lado por otra cuestión (Oszlak y O'Donnell, 1995). Según una entrevistada, el surgimiento histórico de la cuestión se generó a partir de una demanda de un reducido grupo de investigadores hacia un funcionario público (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).³⁰

Pese a que fueron pocos los actores que generaron la demanda, el tema logró colocarse entre los asuntos prioritarios del gobierno y volverse una cuestión pública (Villanueva, 1993). Así, la iniciativa para impulsar la NyN se concretó formalmente cuando Lavagna anunció, a fines de 2004, en el marco del 40° Coloquio Anual del Instituto para el Desarrollo Empresario Argentino (IDEA), el lanzamiento de un plan de desarrollo de la nanotecnología que posibilitaría la fabricación en el país de semiconductores y chips a partir de una asociación estratégica con la empresa multinacional Lucent Technologies (ex Bell Laboratories), explicitando así la toma de posición por parte del Estado y legitimando la cuestión (Caligaris, 2004). Desde Lucent su vicepresidente, Javier Rodríguez Falcón, explicó sobre el proyecto en nanotecnología que, a raíz de una reunión en Bariloche, en un congreso sobre NyN, donde participaron los Bell Labs, es decir, los laboratorios de I+D de Lucent (*EnerNews*, 2005).

Inicialmente, se había hecho público que iban a participar del emprendimiento para desarrollar nanotecnología la CNEA-CAB y la empresa de tecnología INVAP de Río Negro –Sociedad del Estado surgida a mediados de los años setenta como desprendimiento del plan nuclear y ahora en proceso de diversificación–, aunque se extendía la invitación a todas aquellas empresas privadas que desearan sumarse a la iniciativa (*Página/12*, 2004). Daniel López, un investigador argentino miembro del Nanofabrication Research Lab de Bell Laboratories, explicó que el CAB había estado colaborando con Lucent desde hacía pocos años y que las dos partes buscaron el acuerdo (Sametband, 2005).

En referencia a este vínculo estratégico, Lavagna declaró que “Lucent Technology aceptó con mucho entusiasmo la invitación del Ministerio de Economía para formular un programa de apoyo y desarrollo de la nanotecnología en la Argentina” en el cual las principales áreas de aplicación serían la medicina, la industria automotriz, los bienes de capital, óptica, las comunicaciones y la informática. También reafirmaba su visión a largo plazo sosteniendo que, en materia de tecnología y desarrollo, “la nanotecnología es lo más importante que hay por delante y la Argentina hace su apuesta”. Agregó que “cada cuarto limpio para producir nanotecnología cuesta 400 millones de dólares”, pero el acuerdo impulsado por él mismo garantizaría la utilización de los cuartos limpios de Lucent, en New

³⁰ Lidia Rodríguez es socióloga. Se desempeñó como asesora en el Ministerio de Economía y Producción desde enero de 2006 y, entre el 1 de febrero de 2006 hasta febrero de 2010, fue miembro del Consejo de Administración de la FAN (FAN, 2010).

Jersey (IDEA, 2004; *La Capital*, 2004),³¹ mientras que la multinacional pondría “los laboratorios a disposición para investigadores argentinos y para formación de personal, para testear diseños y la fabricación de instrumentos nanotecnológicos” (*El Litoral*, 2005a). Hasta aquí la “colaboración” con una empresa trasnacional norteamericana era desinteresada, a juzgar por la ausencia de argumentos que explicaran cuál era el interés de Lucent para asumir este compromiso (Hurtado et al., 2017: 75).

El 27 de abril de 2005 se firmó el Decreto 380,³² por el cual se creaba la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), bajo la figura jurídica de entidad de derecho privado sin fines de lucro, como emprendimiento asociado a la trasnacional Lucent Technologies y dependiente del Ministerio de Economía, se conformaba un directorio presidido por el titular de la Secretaría de Industria, Comercio y PyME, Miguel Peirano, e integrado por representantes de la CNEA y de la empresa Lucent (*El Litoral*, 2005a). Con esta iniciativa, a través del Ministerio de Economía y Producción, el Estado se comprometía a participar activamente en la promoción del desarrollo tecnológico en el campo de la micro y la nanotecnología. Según el artículo N°3 del Decreto 380, el objetivo de la FAN sería “sentar las bases y promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica” en el país para que, “se alcancen condiciones para competir internacionalmente en la aplicación y desarrollo de micro y nanotecnologías que aumenten el valor agregado de productos destinados al consumo interno y la exportación”. Como capital inicial, el Estado argentino aportaba la suma de 12.000 pesos en efectivo –aproximadamente 4100 dólares– y comprometía 10 millones de dólares para ejecutar durante los primeros cinco años de funcionamiento de la entidad, que serían destinados a la construcción de salas limpias menos complejas en Argentina, donde se probarían nanodispositivos construidos en los Estados Unidos (Sametband, 2005). Al interior de la FAN se dieron algunos debates en torno a si Argentina sólo debería contar con instalaciones para la caracterización de nanodispositivos que se fabricarían en Lucent o si también debería invertirse en instalaciones para la manufactura. Los partidarios de esta última opción se reunieron con Lavagna para solicitar 10 millones de dólares adicionales, que finalmente no fueron autorizados:

“[...] cuando se funda la FAN se funda alrededor de una idea de Paco de la Cruz, Mario Mariscotti y los ex alumnos de Paco de la Cruz que estaban en Lucent Technologies, un tal López que era un ex Balseiro. En esa época se hacía una jornada donde se charlaban las políticas. Había una mesa redonda donde estaba López, que venía de Lucent Technologies, que era el jefe del laboratorio [Desde Lucent] proponían que esos 10 millones de dólares eran para una sala limpia en Bariloche, pero no para fabricar, era para medir las cosas que fabricaban en Lucent y con esos 10 millones de dólares le pagaban a Lucent. O sea, que la plata entraba

³¹ Los cuartos limpios especiales son salas diseñadas para evitar la contaminación y en ellos el aire es tan limpio que no afecta a la construcción de dispositivos.

³² *Boletín Oficial* 30.643 del 29 de abril de 2005 con las firmas del presidente Néstor Kirchner, junto a los ministros Alberto Fernández, Roberto Lavagna y Daniel Filmus.

a la FAN y salía, que es normal eso: pagar los laboratorios externos. [...]. Era un laboratorio para medir, no para fabricar. Tecnológicamente y estratégicamente, como país tenes más potencia si diseñás y fabricás, no si medís. Esto es como armar celulares o desarrollarlos, comprás un satélite o desarrollás un satélite en el país [...] en esa discusión yo levanté la mano y dije 'Pero hay que fabricar en Argentina'. Y Lucent me dijo 'No vale la pena fabricar en Argentina. Nunca vas a llegar a tener un laboratorio de primera para fabricar en Argentina'. Eso me lo dijeron en el 2004, cuando arranca la FAN [...] la visión que tenían los fundadores de la FAN era que no se podía hacer nada acá. Eran argentinos de Lucent pero lo que pasa es que cuando vivís mucho tiempo afuera tenés esa visión 'En Argentina no se puede. Es un país periférico. Nunca va a poder hacer cosas' [...]. Con Varotto y queríamos hacer micro y nanotecnología para el espacio. En el año 2003 más o menos [...]. Tenemos una reunión con el brazo derecho de Lavagna y [...] le dijimos que nos faltan 10 millones de dólares más [...]. Eso no prosperó" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

De esta manera, la FAN se abocaría al financiamiento de la infraestructura básica –el cuarto limpio– y la multinacional formaría recursos humanos y transferiría tecnología en un esquema focalizado y cerrado (Lavarello y Cappa, 2010: 18). Además, en el fragmento citado podemos ver que la cuestión que fue aceptada como tal en la agenda de gobierno, desde el principio estuvo acompañada por una posible resolución, que incluía la construcción de la sala limpia sobre la base de la alianza con Lucent. Así, según Villanueva (1993: 52: 60), los grupos sociales que tuvieron la capacidad de plantear y definir la cuestión son los que influyen en su decisión, definiendo el problema de manera tal que pueda tener solución.

No obstante, siguiendo a Oszlak y O'Donnell (1995), frente a la toma de posición por parte del Estado, rápidamente otros actores manifestaron su posición frente a esta cuestión a través de críticas. Entre las críticas al Decreto 380, el 20 de mayo de 2005, la Asociación Física Argentina (AFA) cuestionó "los procedimientos utilizados para la creación de la FAN", que no eran los previstos por la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (AFA, 2005).³³ Por su parte, el Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE),³⁴ se centró en los aspectos éticos del Decreto 380, sosteniendo que, para llegar a los resultados que puedan incidir en el mejoramiento de la calidad de vida, es necesario que la gestión y uso de los fondos públicos sean transparentes (CECTE, 2005). En paralelo, la diputada Lilia Puig de Stubrin, que presidía la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados de la Nación, cuestionó la adjudicación directa de fondos a una fundación en la que participaba el sector privado, explicando que la FAN había sido creada "por fuera del marco legal que regula las actividades de ciencia,

³³ Ley 25.467 sancionada en 2001 que regula los procedimientos del sistema científico tecnológico nacional. Esta Ley establece un marco general con el fin de estructurar, impulsar y promover las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

³⁴ El CECTE es un organismo autónomo, creado en abril de 2001 mediante una Resolución de la SECyT y desde 2007 funciona en el ámbito del MINCyT. Se trata de un espacio pluralista e independiente para el análisis crítico e interdisciplinario de temas vinculados a la ética de la investigación en todas las áreas de la ciencia y de las nuevas tecnologías. Para más información ver: <http://www.ecte.gov.ar/> (Consultado el 19/6/2018).

tecnología e innovación productiva” y “sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología”.³⁵ Por consiguiente, Puig de Stubrin presentó un proyecto solicitando al Poder Ejecutivo Nacional un informe para aclarar la que manera en que se decidió la asignación de fondos (*El Litoral*, 2005b; *El Comercio*, 2005).

A comienzos de junio, por recomendación de la Comisión encabezada por Puig de Stubrin, el Parlamento argentino elaboró el proyecto de Ley que impulsaba el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías, que, si bien no fue aprobado, sentó las bases para la reformulación de la política en NyN. Este conjunto de actores incidió en la redefinición de la cuestión. El proyecto de Ley afirmaba en el Artículo 3 que se proponía identificar “[...] el tipo de micro y nanotecnologías que desde un punto de vista estratégico será más conveniente introducir y desarrollar en el mercado, de acuerdo a las ventajas competitivas que potencialmente pueda disponer nuestro país” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005). En los “Fundamentos” de este proyecto de Ley, se alertaba sobre los instrumentos para desarrollar nuevas áreas tecnológicas “sobre todo en áreas en donde la Argentina tiene una muy incipiente experiencia en términos internacionales y en donde no se dispone ni del equipamiento, ni del personal ni de las industrias con capacidad para el desarrollo de productos vinculados a la nanotecnología” y se sostenía que el Decreto no fue “fundamentado con ningún estudio que demuestre que esa es la mejor estrategia para el desarrollo de productos específicos vinculados a la nanotecnología”. En referencia al costo de cada cuarto limpio (de unos 400 millones de dólares), se indicaba que:

“Lo que no se menciona en el proyecto legislativo es el costo de operación y mantenimiento anual de una sala de estas características, que puede llegar a ser entre 10 y 20 millones de dólares (equivalente al 7% de la inversión anual de todo el sistema de Ciencia y Tecnología del país en todas sus áreas)” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Finalmente, los fundamentos de la ley concluían sosteniendo que “Debería existir una decisión política de muy largo plazo en qué áreas de la nanotecnología debemos concentrar nuestros esfuerzos”, dado que “los estudios prospectivos en la literatura científico tecnológica especializada determinan que las nanotecnologías comenzarán a movilizar la frontera del desarrollo de nuevos productos recién entre los años 2020 y 2050” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

³⁵ El Decreto 380/2005 era contrario al Artículo 12 de la Ley 25.467, de creación de la ANPCyT “como organismo encargado de la promoción y de administración de los fondos provenientes de las distintas fuentes y los adjudica a través de evaluación, concursos, licitaciones o con mecanismos equivalentes que garanticen transparencia. El Decreto produce una adjudicación directa de fondos y quiebra el sistema Científico Nacional por alterar el espíritu de la norma dictada por el Congreso, que solo puede ser modificado por otra Ley” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Hasta aquí, los autores del documento manifestaban su clara conciencia sobre la incongruencia y la falta de compatibilidad entre, por un lado, lo que podemos llamar la retórica de la competitividad y, por otro lado, las debilidades concretas del escenario local (Hurtado et al., 2017: 76).³⁶ Aunque seguidamente se olvidaban todas las afirmaciones anteriores para enfatizar la necesidad de incentivar “la interacción entre los expertos europeos y argentinos en áreas como biosensores, nanotubos, Nano-electrónica, modelos computacionales, fabricación de micro & nanotecnologías y nanomateriales” y para explicar que se había alcanzado “el compromiso de los investigadores europeos a iniciar proyectos colaborativos (STREPS) entre la Argentina y la Comunidad Europea en las áreas antes mencionadas”, en el contexto de las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

Esta última apelación a las colaboraciones con grupos europeos rompía con la lógica de las recomendaciones mencionadas anteriormente, las cuales habían caracterizado de manera precisa las limitaciones estructurales de la Argentina para embarcarse en una próxima tecnología de frontera o TPG. De esta forma, se terminaba retornando a una lógica de concepción internacionalista –semejante a la que se había adoptado con el PAV– centrada en la integración subordinada a centros de I+D de las economías centrales (Hurtado et al., 2017: 76-78). “Asimismo, se delineó la posibilidad de incluir a investigadores argentinos en redes de excelencia ya conformadas”, se explicitaba (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005). Entre los objetivos del Sexto Programa Marco figuraba el objetivo de “contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación”, “al desarrollo de las PYME en la sociedad del conocimiento, así como a la utilización de su potencial económico en una Unión Europea ampliada y mejor integrada”, “a elevar el nivel global de rendimiento de Europa y a aumentar la capacidad europea en este campo”, etc. (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002). Teniendo en cuenta todo esto, difícilmente podría pensarse que esta estrategia se centraba en favorecer la competitividad de la economía argentina.

2.2.3. Nuevos recursos para NyN

Lavagna renuncia a su cargo en noviembre de 2005, sucediéndolo Felisa Miceli, quien cambia la orientación de la FAN, desplazando la posición dominante de Lucent, posibilitando la participación de otras empresas y modificando así el esquema anterior de carácter cerrado. Estos hechos conforman la resolución de la cuestión, en términos de Oszlak y O'Donnell (1995), dado que el sector social que la planteó inicialmente fue

³⁶ Esto se refiere a la justificación oficial que señaló una necesidad de invertir en NyN a partir del efecto multiplicador que produciría en la mejora de la competitividad económica en un plazo relativamente corto.

desposeído de los recursos que le permitieron en su momento imponer la cuestión. En agosto de 2006, Miceli creó el Consejo Asesor de la FAN, que estaría integrado por investigadores y científicos destacados en sus respectivas entidades. Fueron designados como miembros Alberto Lamagna (CNEA) como presidente, Ernesto Calvo (UBA) como secretario, Joaquín Valdez (INTI), Ricardo Sagarzazu (INVAP), Roberto Salvarezza (CONICET), Alberto Ridner (CONAE) y el Adolfo Cerioni (INTA) (Andrini y Figueroa, 2011: 33). En cuanto a los orígenes institucionales de la FAN, Lidia Rodríguez comentó que, luego de que fuera designada en el cargo de ministra de Economía, Felisa Miceli le solicitó ayuda:

“Ella [Miceli] tenía el tema de la FAN y siendo economista no sabía qué hacer [...]. Me da el tema de la Fundación [...]. Empiezo a leer el pedido de informe que venía de Diputados, empiezo a mirar el Decreto que crea la Fundación, lo miro con el área de Legales del ministerio de Economía. Me tomé bastante tiempo para mirar qué era y enfrentar a algunos actores para que me orienten cómo asesorar mejor a Felisa [...] la Fundación ya tenía un año de creada, no estaba inscripta, no estaba institucionalizada ni registrada. [...] Le digo a Felisa ‘Lo que hay acá es que la Fundación no está inscripta, le tenemos que dar sentido, crear los órganos de control, crear el Directorio’. En el Decreto había también un Consejo Asesor” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Rodríguez agregó que el Consejo Asesor fue conformado por investigadores vinculados a la NyN, de tal manera que en base a su experiencia pudieran decidir los proyectos a financiar, dado que ella misma no estaba en condiciones de hacerlo:

“¿Cómo iba a decidir cuál era el proyecto nano que valía? ¿Cómo íbamos a ir eligiendo los proyectos? [...] yo le propuse a Felisa crear un Consejo Asesor con representantes de todos los organismos de ciencia pero que conociesen nano [...] entonces le tiré al Consejo el tema de qué hacer con Lucent [...] cuando analizan en el Consejo lo de Lucent, por supuesto todos dicen que no. Y además cada uno de esos organismos quería hacerse de esos recursos [...]. Era ad honorem el Consejo Asesor, pero para mí era un respaldo tener el Consejo [...]. En todo el período que fui coordinadora mi mano derecha fue este Consejo Asesor. Ellos realmente decidían lo que se hacía, yo hacía lo que ellos decidían, se votaba y todo” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Sobre el funcionamiento del Consejo Asesor, un ex miembro del mismo explicó que las reuniones se realizaban en el Ministerio de Economía y que, cuando lo convocan, la FAN era una “papa caliente”:

“[...] nos llamó Lino Barañao ‘Esto es una picardía. Esto está acá y se va a perder toda la plata. Mejor encauzarlo. Denmos una mano’ y fuimos ahí como asesores y hacíamos reuniones muy largas en el Ministerio de Economía [...] empezó de una forma muy amateur en el Ministerio de Economía. Era una especie de lobby donde había un representante del INTI, del INTA, yo estaba por la Universidad, Roberto estaba por el CONICET, como representando esas instituciones. Eso fue el comienzo” (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

En simultáneo, Miceli hizo pública la apertura del primer concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología orientado a innovación productiva. Anunció al respecto, que el Estado financiaría entre el 50 y el 80% de los proyectos “viables” con un monto máximo de 2 millones de dólares y sin tope mínimo para la participación de las PyMES, donde la contraparte debía hacerse cargo de entre un 50 y un 20% de la inversión. La convocatoria incluía empresas, organismos públicos, instituciones y grupos de investigación (Andrini y Figueroa, 2008; *Clarín*, 2006). Al respecto, el tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, Lino Barañao, sostenía: “La nanotecnología va a impactar en toda la cadena productiva y por eso desde la Fundación pretendemos generar financiamiento para todos los proyectos viables”, por lo cual, el criterio aplicado en la selección de proyectos sería de gestión empresarial en detrimento del financiamiento científico. Es decir, el dinero sería destinado a “las ideas con mayor impacto”, lo que significaba que los proyectos concluyeran con un producto a ser comercializado e incluyeran un plan de negocios que muestre la factibilidad de esa comercialización. Barañao explicó que lo que se pretende, a través de la FAN, es “otorgar un instrumento de financiamiento diferente, que apunte, específicamente, a la aplicación de estos conocimientos [en nanotecnología] en el desarrollo de nuevos productos o servicios, que sean la base de nuevas empresas o que permita incrementar la productividad de las empresas existentes” y que es “un proceso con un neto enfoque productivo y por eso se desarrolla en el ámbito del Ministerio de Economía y no en el ámbito de Educación, Ciencia y Tecnología” (Andrini y Figueroa, 2008: 34).

La FAN continuaba disponiendo de los 10 millones de dólares que había asignado Lavagna a través del estatuto. Pero, una vez agotados esos 10 millones se esperaba recuperar la inversión a través de los proyectos que fuesen aprobados y financiados en esta convocatoria:

“[...] pensamos si podíamos financiar proyectos que produjesen un producto o resultado que puede ser aplicado. La Fundación ponía una parte para un producto e iba junto con la empresa, y después la Fundación recibía regalías por parte de la empresa y volvía a reinvertir en otro proyecto que tuviera componentes nano, y así se mantenía. Si yo destinaba eso a una investigación básica, como me pareció que era la de Lucent, no me va a entrar nada porque cuando empecé a mirar ese convenio empecé a ver que era capacitación” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

De esta forma fue abierto, entre el 7 de agosto de 2006 y el 31 de octubre de 2006, un concurso de Ideas-Proyecto, en el que la evaluación de los proyectos presentados estaría a cargo del Consejo Asesor de la FAN. Como resultado, habiéndose presentado 20 ideas-proyecto, la FAN autorizó a pasar a la etapa de “Formulación de Proyectos” a las ideas-proyecto presentadas por las siguientes empresas/instituciones: Darmex S.A., Renacity Investment S.A., CONAE–INTI, Bell Export S.A., Fundación Instituto Leloir,

Fundación Protejer, OVER S.R.L., CNEA-CONAE, Nanotek S.A. (Andrini y Figueroa, 2008: 34-35). En esta primera convocatoria se aprobaron diez de los veinte proyectos presentados. Sin embargo, según Lavarello y Cappa (2010: 18), la complejidad del proceso de formulación y evaluación resultó un des-estímulo para su ejecución y muchos proyectos fueron abandonados. Este punto se volverá a retomar en el siguiente capítulo.

A modo de síntesis, podemos decir que se observa en estas primeras iniciativas dos lineamientos estratégicos diferenciados. Por un lado, más allá de las críticas que recibiera la propuesta de Lavagna por la participación de la empresa norteamericana, la estrategia que se buscó implementar ubicó el centro de gravedad en el mundo empresarial, relegando a un papel secundario a la comunidad científica. A pesar de ello, no se veía cómo entraban las empresas nacionales o de qué manera la economía argentina capitalizaría esta colaboración. Por otro lado, la SECyT tomó como punto de partida las recomendaciones de un grupo de científicos. Al retirarse Lavagna e imponerse esta última orientación, que puede caracterizarse como nanocientífica antes que nanotecnológica, si bien se cortó el vínculo con Lucent, comenzó a dominar una lógica que tendía al financiamiento de proyectos por área de conocimiento, dado que se centraba en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar todas las variables adicionales propias de las actividades de innovación productiva. El factor empresarial comienza a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales, poniendo en evidencia la falta de capacidades para comenzar a dar los primeros pasos en la organización de un área tecnológica incipiente (Hurtado et al., 2017: 78-79).

A fines de 2006, la ANPCyT abrió la convocatoria del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) perteneciente al FONCyT,³⁷ para financiar aquellas áreas seleccionadas como prioridades por el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006-2010)*.³⁸ La característica distintiva de los PAE fue que la financiación se orientaría hacia la generación de conocimiento, pero también se incluirían proyectos orientados a generar soluciones a problemas sociales y productivos concretos, a diferencia del PAV que se orientaba únicamente hacia la generación de conocimiento en el área. Los proyectos debían ser presentados por una asociación constituida por al menos tres entidades públicas y/o privadas sin fines de lucro dedicadas a la I+D. La financiación por proyecto duraría cuatro años y el monto no podía exceder los \$30.000 por proyecto (PAE, 2006a: 5). Sin embargo, su limitación fue que la participación del sector privado en la

³⁷ En este momento la ANPCyT cuenta con dos fondos: el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONCyT), orientado a financiar subsidios de investigación, y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), orientado a financiar empresas. Como veremos más abajo, en 2009 se iba a sumar el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC).

³⁸ Este plan, incluía a la NyN en varias áreas, como las enfocadas hacia la competitividad de la industria y modernización de sus métodos de producción, la competitividad y diversificación sustentable de la producción agropecuaria, el conocimiento y uso sustentable de los recursos naturales renovables y la protección del medio ambiente, infraestructura energética y el uso racional de la energía y, por último, en la prevención y atención de la salud (SECyT, 2006: 17).

asociación se reducía a una declaración de interés sin compromiso a futuro de aprovechamiento comercial de los resultados (Vila Seoane, 2011: 68).

Como resultado del programa fueron financiados dos proyectos de NyN, que posibilitaron la conformación de nuevas redes articuladas con la estructura productiva. El primero derivó en la creación de un “Centro de Excelencia”, el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), que recibió alrededor de 9 millones de pesos –aproximadamente 3 millones de dólares–, participando en él la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA, el CONICET y la CNEA por el sector público de ciencia y tecnología y las empresas INVAP, Nanotek, Darmex y B&W implantes dentales. El otro proyecto “Nodo para el diseño, fabricación y caracterización de micro y nanodispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud” o “nodo Nanotec”, contaba con la participación de la CNEA, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), la Universidad Nacional del Sur (UNS) y la Universidad Austral (UA) por el sector público y las empresas Laboratorio Craveri y Aupet, y recibió un monto de poco más de 6 millones 200 mil pesos –aproximadamente 2 millones de dólares– (PAE, 2006b). Ambos serían financiados por cuatro años (véase figura 2.5. en Anexo).

El CINN se creó formalmente en 2008 como un centro virtual, con el objetivo de consolidar la I+D en el área de NyN a través de la modernización de laboratorios y equipamientos, el establecimiento de vínculos con empresas de alta tecnología y la formación de profesionales capaces de dar respuesta a desafíos y necesidades del medio socioeconómico, cultural y científico. En este proyecto se realizó una cuantiosa inversión en equipamiento, infraestructura y formación de recursos humanos a través de distintos programas del MINCyT (Salvarezza, 2011: 19; Bar, 2007). El Centro involucró alrededor de 100 investigadores y un número importante de becarios. Según el doctor Salvarezza, quien fue parte de este centro, este ayudó a promover un trabajo interdisciplinario, ya que en él trabajaron físicos, químicos, biólogos, biotecnólogos e ingenieros (Soloaga, 2012). Además, el CINN impulsó una red de colaboración científica con esfuerzos concentrados en la formación de recursos humanos, y permitió la realización de numerosas tesis doctorales en el área de NyN (Vela y Toledo, 2013: 21-22).

Al respecto del CINN, Salvarezza comentó que “fue un estadio superior” a las redes PAV “ya que en este caso se integraron físicos, químicos, bioquímicos, biólogos e ingenieros”. Además, explicó que el CINN sirvió para equipar mejor a los centros de investigación “que contribuyeron a consolidar la capacidad de nuestro país para desarrollar investigación en nanotecnología”. El CINN tuvo un componente enfocado en la adquisición de equipamiento, que recibió financiamiento del PAE, y otro para lo concerniente a la formación de recursos humanos, que recibió financiamiento del Programa de Recursos

Humanos-Proyectos de Investigación y Desarrollo para la Radicación de Investigadores en Áreas Tecnológicas Prioritarias (PRH-PIDRI), correspondiente al FONCyT. Según el investigador, “Eran instrumentos que coexistieron con el Centro Interdisciplinario” y “el paquete constituía lo que fue el Centro”, siendo “exitosa la parte de formación de recursos humanos” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017). Ahora bien, las dificultades del centro fueron varias:

“El centro funcionó como un centro virtual con todas las dificultades que tiene un centro virtual. [...] fue muy difícil la coordinación de esto y creo que de alguna manera terminó siendo un instrumento que permitió ganar en capacidad instrumental a cada uno de los nodos, formar recursos humanos. Ahí sí que se hizo en forma muy conjunta porque los jóvenes que tuvieron las becas viajaban por los distintos nodos e interaccionaban con grupos de distintas especialidades, una formación interdisciplinaria como requiere nano. Fue lo que realmente funcionó muy bien. Y la gente también pudo utilizar el instrumental en los tres lugares, pero como centro capaz de encarar problemáticas comunes, por ejemplo, interesar empresas, eso no se pudo hacer. Ese aspecto fracasó. No fue un intento exitoso y perdurable [...]. El objetivo de transferencia que estaba en el PAE no se logró. Estaba la voluntad, se hicieron contactos, pero no logramos interesar en ese momento a empresas que estuvieran pensando en desarrollos nano [...]” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Otro participante agregó que el CINN involucró a muchos investigadores y que, de él, salieron “muchos trabajos conjuntos”, además de publicaciones conjuntas y patentes. Añadió que se trató de “una apuesta muy interesante de hacer redes nacionales”, aunque explicó que en la actualidad su funcionamiento “se desdibujó por la dinámica propia de cada institución”. Sin embargo, “Seguimos en contacto. De hecho, todos los equipos tienen que estar a disposición de todos porque es un consorcio, pero ya cada institución juega su propio partido” (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Desde una de las empresas participantes del CINN, Nanotek –enfocada inicialmente en remediación ambiental mediante la utilización de nanotecnología, que luego fue diversificando sus desarrollos–, su gerente general comentó que el CINN sirvió para “hacer un poco de masa crítica y para capacitar gente sobre el tema” y que “fue como un nodo” que “tenía centros académicos, el INQUIMAE de la UBA, el INIFTA de La Plata, el CAB y el CAC de CNEA y el Instituto Balseiro, y del otro lado tenía a Nanotek”. En esa convocatoria, explicó el entrevistado, “El nivel de empresas era proponentes o adquirentes”, donde los “adquirentes son las que piden la nanotecnología o ciencia o tecnología aplicada” mientras que “las proponentes somos los que fabricamos”. En el CINN la empresa Nanotek era proponente, “que éramos la parte más chiquita de la estructura”, dado que podían “abastecer de nanotecnología para que los científicos investiguen o para que lo apliquen”. El otro proponente era INVAP que “tenía algunos desarrollos como el tratamiento de recubrimientos superficiales, para satélites, etc.” En la actualidad “ni nos reunimos” porque “cada uno se fue independizando” y “mantenemos la

relación, pero ya no hay una vinculación tan estrecha, sí usamos el nombre porque suena muy lindo” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Con respecto al nodo Nanotec, cuyo objetivo era el desarrollo de la capacidad local para la generación de micro y nanodispositivos, dio lugar a la creación del Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica (IDME), impulsado por el INTI, la UNS y la Universidad Católica de Córdoba, en cuya estructura colaboraron más de 14 empresas y cuatro cámaras industriales, orientado hacia el establecimiento de una actividad económica consolidada en el diseño de microelectrónica. Así, el IDME buscó servir como base para el desarrollo de especialistas y PyMES proveedoras de equipamiento electrónico y/o partes para otras industrias que incorporen esta tecnología a sus productos. El Instituto se encargaría de diseñar circuitos integrados bajo contrato con empresas o instituciones, promoviendo la actividad en las PyMES. Los primeros recursos económicos del IDME fueron aportados por el INTI y luego el financiamiento de la ANPCyT fue destinado hacia la ampliación de la infraestructura y equipos para completar las capacidades de los laboratorios de diseño y testing (*iProfesional*, 2009). Entre otros alcances de esta red se incluye la capacitación de técnicos en laboratorios internacionales de las universidades (INTI, 2008), así como I+D en nanobiosensores para detección de enfermedades, desarrollo de narices y olfateadores electrónicos que utilizan micro y nanotecnologías para detectar drogas y explosivos y el desarrollo de una antena para satélites, dispositivo para el Plan Espacial Argentino a pedido de la CONAE (Moledo, 2008).³⁹El investigador responsable del nodo Nanotec, Lamagna, comentó que fue una segunda etapa de la red PAV, de la cual “salieron 2 o 3 patentes” (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

En un artículo periodístico de 2007, donde se presentaban declaraciones de los principales referentes argentinos en NyN, se explicaba que “ya existen en el mercado mundial más de 720 productos que usan nanotecnología: protectores solares, cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, barnices, chips electrónicos, sensores y dispositivos para diagnóstico”. Daniel Lupi, entonces director del Centro de Electrónica e Informática del INTI explicaba: “El valor adicional de utilizar nanotecnología en un producto servirá para beneficiar, en las primeras etapas, a las empresas que ya fabrican un producto determinado”. Este escenario suponía que la aplicación de nanotecnología iba a posibilitar mejoras en los productos ya existentes. En el mismo artículo se mencionaban datos acerca de los derechos de propiedad intelectual con respecto a productos que aplican nanotecnología: “Sobre un total de 726 patentes registradas en mayo de 2005 por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, el ranking de empresas era liderado por Canon (49); IBM (47); Silverbrook Research (28); Hitachi (16); Seagate Technology (16)”.

³⁹ Más tarde, el primer prototipo del transistor de radiofrecuencia fue desarrollado por investigadores de la UNSAM y CNEA, en el marco del nodo Nanotec (Jawtuschenko, 2015), aunque el proyecto no tuvo continuidad.

En sintonía, Lupi señaló que “Quien domine las principales patentes que hacen a una tecnología, dominará también un mercado”. Sobre el tema, Lino Barañao, entonces tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, agregó que “La única manera de actuar inteligentemente es a través de la generación de patentes propias que no interfieran con las patentes extranjeras” y que “Hay que aprovechar este tiempo inicial para realizar las innovaciones que más le convengan al país [...] Es decir, poder revertir la situación donde una empresa copa el mercado o controla una tecnología clave, como en el caso de las semillas de Monsanto” (Premici, 2007).

Contrariamente a la mirada de los actores que impulsaban la NyN, Silvia Ribeiro, una investigadora mexicana del ETC Group –organización civil centrada en el monitoreo tecnológico y “el desarrollo de tecnologías socialmente responsables que sirvan a los pobres y marginados”–,⁴⁰ opinó que los datos acerca de las patentes de productos que aplican nanotecnología, dejan entrever que son las grandes corporaciones las dueñas de las patentes nanotecnológicas, y que los países como latinoamericanos, “creen que se posicionarán en el mercado si invierten en investigaciones nanotecnológicas” pero en realidad “debido al fuerte control de la tecnología en manos de grandes corporaciones, así como a la realidad de las patentes nanotecnológicas, quienes pueden aprovechar estas iniciativas son los mismos núcleos de control” (Premici, 2007).

A fines de 2007, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) se esperaba dar un salto cualitativo en las capacidades para el diseño y aplicación de políticas para el sector. Lino Barañao es designado como ministro y la FAN pasa a depender del nuevo ministerio. En términos generales, hasta 2008, de acuerdo con la ANPCyT, ahora dependiente del MINCyT, se habían financiado 163 proyectos en NyN por un monto total de poco más de 56 millones de pesos (aproximadamente 18 millones de dólares), de los cuales 132 pertenecían a la convocatoria de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT), de baja escala de financiamiento –alrededor de 22 millones de pesos (aproximadamente 7 millones de dólares)– para ciencia aplicada o desarrollos tecnológicos que no exigían vinculación con el sector privado. Otro tanto se correspondía con el PAE, el PAV, los Proyectos de Modernización de Equipamiento (PME) –7 proyectos y 6,5 millones de pesos en subsidios (poco más de 1,2 millones de dólares)–, el Programa de Formación de Recursos Humanos –6 proyectos con poco más de 7 millones de pesos (alrededor de 2,3 millones de dólares)– (Vila Seoane, 2011: 101; BET, 2009: 7).

En febrero de 2008, la Comunidad Europea aprobó una recomendación a sus Estados miembros sobre un Código de Conducta para la Investigación Responsable en

⁴⁰ Sobre el Grupo ETC –Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración–, puede verse: <http://www.etcgroup.org/es/content/nuestro-trabajo-y-principios>. (Consultado el 14/01/2015). Esta ONG, al enfocarse en los riesgos potenciales de las tecnologías emergentes, entre otros temas también aborda la NyN.

Nanociencia y Nanotecnología e informó acerca de las acciones concretas destinadas a su implementación.⁴¹ Esta recomendación derivó en el lanzamiento del NanoCode el 26 de septiembre de 2008. Siguiendo las recomendaciones de la UE, Argentina y Brasil analizaron la posibilidad de adoptar un código de conducta en la investigación de la NyN (BET, 2009). Así, el CECTE, en colaboración con la FAN y de investigadores y empresarios de industrias afines, se propuso elaborar un código similar. Algunos temas abordados en este código serían “la necesidad de promover una opinión pública informada, la importancia de evaluar los riesgos de los nano-objetos que llegan al mercado”, tanto nacionales o importados, así como también “impulsar políticas tendientes a la formación de especialistas en los conocimientos y técnicas específicas exigidas para evaluar la toxicología de nanobjetos” (MINCyT, 2008). En 2013 el CECTE publicó un documento titulado “Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables”,⁴² que condensa los principios relativos a la responsabilidad social de los investigadores y de los organismos e instituciones públicas del sistema nacional de ciencia y tecnología, cumpliendo con las declaraciones y convenciones internacionales sobre ética en la ciencia. Por otro lado, Argentina busca implementar las normas voluntarias de la ISO dedicadas a la NyN bajo su propia versión IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). Hasta 2017, habían sido aprobadas cuatro y otras estaban en estudio. Sumado a ello, se creó un Observatorio de Nanotecnología y Salud de los Trabajadores de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo que intenta abordar los riesgos laborales en el trabajo con nanotecnología para actualizar los protocolos de seguridad (MINCyT, 2013: 23). Sin embargo, la experiencia no mostró avances (Foladori y Carrozza, 2017: 129). Al respecto, podemos decir que, pese a estos débiles intentos por regular la actividad en NyN, las políticas públicas que se propusieron promover la NyN no concibieron políticas complementarias que consideren los aspectos sociales, éticos, medioambientales y de seguridad laboral.

2.2.5. Fondos Sectoriales y Plan Nacional de CTI 2020

En 2010, el fondo recientemente creado a través de la ANPCyT, Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), iba a financiar parcialmente proyectos que tengan como meta generar plataformas tecnológicas o espacios para promover la innovación en el sector Nano en tres áreas: nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores –con un tope máximo de hasta \$30.400.000 en aportes no reintegrables por proyecto– en el componente destinado a la NyN, llamado Fondo Sectorial de Nanotecnología (FSNano, 2010). La

⁴¹ El Código puede verse en: www.eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:116:0046:0052:ES:PDF (Consultado el 19/6/2018).

⁴² Disponible en: <http://www.ecte.gov.ar/pdf/000065-es.pdf> (Consultado el 19/6/2018)

condición novedosa de este programa era que solo podían aplicar “consorcios público-privados”, figura jurídica que formalizaba la sociedad entre instituciones públicas y empresas para impulsar emprendimientos tecnológicos conjuntos. Asimismo, las empresas debían contribuir con al menos un 20% del costo total del proyecto. El objetivo de este fondo era “desarrollar capacidades de generación e incorporación de innovación tecnológica en sectores estratégicos de la economía y la sociedad argentina”, financiando “proyectos de alto impacto” en biotecnología, nanotecnología y TICs “que permitan dar respuesta a problemas relevantes” (Lengyel et al., 2014: 4-5). Es decir, los proyectos debían generar innovaciones científico-tecnológicas y esta debía traducirse en posibilidades concretas de transferencia. Como resultado, fueron aprobados ocho proyectos en torno a nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores,⁴³ por un monto total aproximado de 75 millones de pesos sin incluir la contraparte y 110 millones de pesos incluida la contraparte- alrededor de 20 millones de dólares sin incluir la contraparte y 30 millones de dólares incluida la contraparte-. La magnitud representó un salto cuantitativo con respecto a los montos de financiamiento que se venían otorgando en el pasado. Por ejemplo, la FAN recibió 10 millones de dólares para sus primeros cinco años de funcionamiento a ser utilizados en múltiples proyectos, mientras que cada uno de estos 8 proyectos podía llegar a recibir 10 millones de dólares como monto máximo no reintegrable (Vila Seoane, 2011: 70).⁴⁴

En una posterior convocatoria de 2012, que se dirige a financiar parcialmente proyectos en los cuales los consorcios público-privados tuvieran como meta el desarrollo de nanoproductos en sistemas Roca-Fluido (FSNano 2012), con potencial impacto en las áreas productivas de hidrocarburos convencionales y no convencionales, fue aprobado un solo consorcio que recibió un monto total de \$46.500.000 –alrededor de 10 millones de dólares-, incluyendo la contraparte.⁴⁵ En este caso se observa una lógica de demanda más focalizada, al atenderse exclusivamente a un sector productivo concreto. Si bien el FONARSEC buscó la participación empresarial a través de consorcios con el sector público, siguió teniendo como actor beneficiario a grupos de investigación de las instituciones públicas de ciencia y tecnología, como se verá en los próximos capítulos.

El FONARSEC se enmarcó en el plan *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015* (MINCyT, 2012), lanzado en 2012, que identificó a la NyN como un componente central, donde

⁴³ Los proyectos financiados pueden, verse en: <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/archivo/1099/fonarsec/res03-11-fsnano2010-financiados>. (Consultado el 21/05/2015).

⁴⁴ El financiamiento a aportar por la ANPCyT por proyecto sería entre US\$ 1.200.000 y US\$ 10.000.000 en Nanotecnología, requiriéndose una contraparte por parte del consorcio (Reglamento de Gestión-Préstamo BIRF N° 7599-AR, s/f: 78).

⁴⁵ El proyecto financiado puede verse en: <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/archivo/1470/fonarsec/res454-12-nanotecnologia-sist-roca-fluida>. (Consultado el 18/01/2015).

explícitamente se asumía que la política científica y tecnológica a escala nacional se iba a estructurar alrededor de tres TPGs, siendo una de ellas la nanotecnología. La estrategia de focalización, según el plan, “supone la identificación de oportunidades de intervención en entornos territoriales específicos a partir de la articulación de tecnologías de propósito general (TPG) con sectores productivos de bienes y servicios”, definidos como núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE) (MINCyT, 2012: 41). Poco más adelante, el documento explicaba que se proponía “fomentar las interfaces” entre “un conjunto de actividades prioritarias (agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria)” y “el desarrollo científico y tecnológico en nuevas tecnologías de propósito general: nanotecnología, biotecnología y TICs” (MINCyT, 2012: 57). De esta forma, el plan definía 34 NSPE, de los cuales “Autopartes”, “Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado”, “Componentes electrónicos”, “Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina” incluían explícitamente la NyN (MINCyT, 2012: 65, 67). Es decir, la apuesta a la NyN como uno de los componentes centrales de la política de ciencia y tecnología aparecía redoblada y explícitamente conceptualizada como TPG. La noción de TPG resignificó la noción de “tecnología estratégica” que venían aplicando los actores responsables de diseñar las políticas de NyN, surgiendo el interrogante de si este nuevo concepto es aplicable a una economía de país semiperiférico. Es decir, ¿el perfil de políticas y el impacto esperado que supone la noción de TPG es independiente de las capacidades organizacionales y de gestión tecnológica de los sectores público y privado?

No obstante, si bien el plan contemplaba la articulación al interior del sector público, al sostener que “cabe al Ministerio la responsabilidad de llevar adelante la agenda para la CyT en busca de generar sinergias con otros ámbitos gubernamentales e identificar oportunidades de acción y de resolución de problemas provenientes de otras áreas” (MINCyT, 2012: 44), en la práctica, como se verá más en los siguientes capítulos, fueron notorias la deficiencias de coordinación básica para alcanzar los objetivos explicitados. Como ejemplo, puede citarse el caso de autopartes. Mientras que, por un lado, en el plan (MINCyT, 2012: 65) se afirma que se apuntará al “desarrollo de autopartes en base a materiales nanocompuestos de menor peso y mejores características mecánicas” y que “se apoyará el desarrollo de materiales magnéticos nanoestructurados en motores eléctricos”, por otro lado, en el texto dedicado al sector automotriz y autopartista del Plan Estratégico Industrial 2020 (Ministerio de Industria, 2012a) la única mención al área de NyN se reduce a un programa del INTI –Programa INTI Micro y Nanotecnología del Bicentenario para el Desarrollo de la Industria Microelectrónica–, aclarando que se centrará en “el diseño de circuitos de alta complejidad”. En cuanto a los NSPE en el sector salud –“Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina”–, en el Plan Estratégico Industrial 2020 aparece un proyecto sobre desarrollo de nanotransportadores biológicos para fármacos que permiten una terapia localizada correspondiente a la cadena de valor de

medicamentos (Ministerio de Industria, 2012b: 238), mientras que desde el Ministerio de Salud de la Nación no existe ningún programa que contemple su inclusión en los ejes del ministerio.

En términos generales, la inversión total en NyN realizada por la Argentina en el período 2006-2011 podría estimarse en 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011: 18-19), dado que no se cuenta con información estadística precisa del financiamiento de actividades de I+D en NyN. Esto incluye a los instrumentos del FONCyT –además de los PAV y PAE–, los PICT, los Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID) y los PME. Según algunos autores (García et al., 2012), entre 2001 y 2008, a través de los PICT se financiaron ciento veinticinco proyectos de NyN por un monto de 22 millones de pesos aproximadamente, lo que representa el 3 % de la inversión total realizada a través de este mecanismo, pero luego de la declaración de la NyN como área estratégica, estos autores observan un fuerte crecimiento en el número de proyectos aprobados. En cambio, en el PID, el número de proyectos que involucran NyN representa solo el 2 % de los montos totales adjudicados para el período 2000-2007 (García et al., 2012: 23). Por otra parte, el FONTAR financió 12 proyectos vinculados a NyN entre 2006-2008 a través de sus distintos instrumentos, destacando los subsidios, y en estos, los ANR –línea focalizada en empresas iniciada en 2000– con montos que alcanzaron los 3,8 millones de pesos –alrededor de 1,2 millones de dólares– (BET, 2009: 6).

2.3. Cooperación científico-tecnológica en NyN: CBNN

La cooperación científico-tecnológica en materia de NyN en Argentina fue una de las herramientas utilizadas para promover el área, descrita como instrumento fundamental para fortalecer las capacidades nacionales en ciencia y tecnología en el plan *Argentina Innovadora 2020* (MINCyT, 2012: 48). En este sentido, el Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CABNN) es el caso más destacado en la literatura sobre la temática.⁴⁶

En noviembre de 2004, se llevaron a cabo las jornadas de “Ciencia, Tecnología y Sociedad” entre Brasil y Argentina, donde se organizó una mesa enfocada en la “Evaluación sobre la formación de una red de Nanotecnología y Nanociencia para el Mercosur” (Andrini y Figueroa, 2008: 36-37; Gallardo, 2004). Esta mesa, dedicada a la NyN, propuso a las autoridades argentinas y brasileñas la creación del Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología (CBNN), utilizando el formato organizativo del Centro

⁴⁶El nombre oficial del Centro es Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología (CBNN), aunque en Argentina figura en algunos artículos con el nombre de Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CABNN) y en Brasil como Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnología (CBAN).

Argentino-Brasileño de Biotecnología (CABBIO) (*La Nación*, 2004).⁴⁷ Como resultado, Eduardo Campos, ministro de ciencia y tecnología de Brasil, y Daniel Filmus, ministro de Educación de Argentina, firmaron el 2 de noviembre un acuerdo de cooperación para la integración de grupos de investigación, y redes de empresas de ambos países, a través de proyectos definidos (Gallardo, 2004). Finalmente, el 30 de noviembre de 2005, se firmó el Protocolo para la Creación del Centro, vigente por el plazo de 5 años renovables. El CBNN estableció cuatro objetivos: formación de recursos humanos; diseño y ejecución de proyectos de I+D con el fin de generar conocimientos, productos y procesos; integración del sector público y privado orientada a estimular la creación de empresas binacionales para producir productos y procesos nanotecnológicos; y finalmente, estudiar cuestiones relativas a la propiedad intelectual e industrial en la comercialización de productos y procesos nanotecnológicos generados como resultado de los proyectos desarrollados por el CBNN. El Protocolo clarificaba que ambos países contribuirían en partes iguales para el financiamiento del Centro y definía la estructura del mismo, dirigido por dos Coordinadores Nacionales por cada país que cambiarían cada dos años, encargados de identificar y definir actividades conjuntas en NyN (Protocolo del CBNN, 2005). El CBNN derivó un centro de carácter virtual, pues no posee un espacio físico.

En 2006, son designados los Coordinadores Nacionales: Jairton Dupont y José d'Albuquerque e Castro por Brasil y los Ernesto Calvo y Alberto Lamagna por Argentina. Desde ese año, el CBNN ofrece capacitación para los estudiantes de doctorado en NyN. A través de sus años de funcionamiento el CBNN ha desarrollado acciones particularmente en cuanto a formación de investigadores a través de la realización de Escuelas de Nanotecnología, talleres y conferencias. Según Salvarezza (2011: 20), entre 2005 y 2011, se realizaron alrededor de 30 escuelas y talleres. El Centro cumplió el objetivo de formar recursos humanos en las temáticas definidas por las escuelas llevadas a cabo, vinculando estudiantes argentinos y brasileños. De esta manera, el CBNN sirvió también para crear una red de contactos entre sus participantes. Sin embargo, tanto la realización de proyectos de I+D entre Argentina y Brasil, así como el desarrollo productivo conjunto no fueron alcanzados (Vila Seoane, 2011: 109). Actualmente el CBNN se encuentra discontinuado.

Ernesto Calvo, uno de los coordinadores del CBNN, comentó que “fue útil” y fue “una cosa muy intensa” que “generó un montón de relaciones entre la gente de conocimiento, de establecer una red de trabajo” (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017). Por su lado, Salvarezza, otro de los coordinadores del CBNN, explicó que se encargó alrededor de tres años del CBNN y que se hicieron muchas

⁴⁷La CABBIO fue creada en 1985, como un grupo de trabajo binacional entre Argentina y Brasil para promover la Biotecnología, sumándose más tarde Chile, Paraguay y Uruguay. No se trata de un organismo centralizado, sino que constituye un marco para la integración en una red de grupos de I+D del área entre los países que la conforman (Mallo, 2011).

escuelas, “todos los años hacíamos al menos cuatro”, existiendo “mucho entusiasmo” de ambas partes. Según Salvarezza, realmente se logró al comienzo “conectar a las dos comunidades de nano” hasta que “Brasil se retiró”:

“En 2009, los brasileiros congelaron el Centro. O sea, nuestra contraparte, que hasta ahí venía muy bien dejó de financiar [...]. Nosotros pagábamos la estadía de los argentinos en las escuelas en Brasil y ellos pagaban a su gente en las que organizábamos aquí. Se crearon lazos como para poder trabajar en cooperación con la gente de Brasil, porque había muchos temas que se solapaban de tal manera que al final podríamos haber concluido en proyectos binacionales. Íbamos justamente a llegar a la formulación de proyectos cuando ocurrió que Brasil dejó de apoyar el centro. Nosotros creo que hicimos un par de escuelas acá porque queríamos mantener la actividad [...]. En un momento se corta [...] el corte está en el momento en que Brasil decide dejar de financiar el Centro” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Más allá del CBNN, hubo otras iniciativas de cooperación en materia de ciencia y tecnología en NyN, aunque la iniciativa más destacada fue el CBNN, que como vimos, cumplió un único objetivo en sus años de funcionamiento: la formación de recursos humanos. El centro no alcanzó a desarrollar proyectos binacionales entre Brasil y Argentina y mucho menos desarrollar productos o crear empresas binacionales, objetivos que se había propuesto.

2.4. Principales características de la investigación nanotecnológica argentina

La mayor parte de la I+D en NyN en Argentina se lleva a cabo en institutos y centros pertenecientes a organismos de ciencia y tecnología y en universidades públicas, destacando el CONICET, la UBA, la CNEA, la UNLP, la UNC y la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), con una cantidad de investigadores estimada en seiscientos treinta.⁴⁸ Esas instituciones constituyen los nodos centrales de las redes de investigación que se fueron conformando durante los últimos años. En referencia a sus disciplinas de origen, las de mayor representatividad son: Física, Química, Ciencia de los materiales,

⁴⁸ Destacan principalmente el Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) en Buenos Aires a través del CONICET y la UBA, el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) por el CONICET y la UNLP, el Centro Atómico Bariloche en Río Negro y el Centro Atómico Constituyentes ubicado en la provincia de Buenos Aires por CNEA, el Instituto de Investigaciones de Físico-Química de Córdoba que pertenece a la UNC, y el Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) de la UNMDP. Para mayor detalle consultar FAN (2012). En cuanto al número de investigadores, este es tomado del documento “Quién es quién en nanotecnología en la Argentina” (FAN, 2012), iniciativa de la FAN que identifica a quienes trabajan con nanotecnologías en el país, a través de un relevamiento que cataloga los grupos de investigación, donde se identifican 629 investigadores activos. Complementariamente, una aproximación adicional a partir de los autores de artículos científicos argentinos registrados en *Science Citation Index*, identificó 716 autores en 2008, 1187 en 2010 y 1113 en 2011 (Barrere y Matas, 2013: 34).

Ciencia de los polímeros, Ingeniería, y Bioquímica y biología molecular. Según los mismos autores Barrere y Matas(2013: 29), el patentamiento mundial en NyN mostró un crecimiento explosivo entre 2000 y 2008 (566%), con un leve descenso hasta 2010 y luego un nuevo repunte, que los autores atribuyen a los efectos de la crisis económica internacional del 2008. Entre 2000-2007, Argentina contaba con 12 patentes de invención en NyN, ubicándose como tercer país de América Latina en cuanto a las patentes con NyN, después de Brasil y México (OIA-CTS, 2008: 58), donde el 92% de las patentes tenía entre sus titulares a empresas o personas físicas (OIA-CTS, 2008: 64). Al dato de la escasez de patentes debe sumarse el bajo grado de aprovechamiento de estos desarrollos patentados (Lavarello y Cappa, 2010: 17).

2.5. Discusión y síntesis

Antes de que la NyN sea incorporada a la agenda de políticas públicas en Argentina, en el país había investigadores trabajando en esta temática, aunque no bajo el término de “nanotecnología”. Muchos de estos investigadores habían realizado estadías en el exterior –inserción en redes internacionales–, sobre todo en países centrales, y al retornar a su país de origen buscaron incorporar equipamiento para poder continuar con las líneas de investigación iniciadas. Sin embargo, pese a las incipientes demandas de la comunidad científica local para que se promuevan políticas en el área de la NyN, el disparador más importante para que estas políticas sean impulsadas fue el lanzamiento de la NNI en Estados Unidos. En esta misma dirección, algunos investigadores entrevistados mencionaron que fue la iniciativa estadounidense la que popularizó el término “nanotecnología”, aunque este ya existía en la literatura científica. En este punto, resulta importante destacar que la conformación de una comunidad local de investigación en NyN tuvo las siguientes características: en primer lugar, se produjo una reorientación de algunas líneas de investigación existentes hacia temáticas con el prefijo “nano” –se trata de investigadores que venían trabajando con la nanotecnología sin entenderla bajo este término–; en segundo lugar, algunos investigadores se incorporaron a esta tendencia, como una estrategia para acceder a mejores condiciones de trabajo. En palabras de un entrevistado: “Eso es típico de los científicos, siempre nos adaptamos a las nuevas modas, concretamente, hacia donde viene la plata”.

Entonces, la NyN en Argentina se incorporó a la agenda de políticas públicas en 2004, más tarde que algunos países latinoamericanos, en especial Brasil. Este atraso puede explicarse, principalmente, por la crisis terminal de 2001. En aquel momento no se contaba con estudios prospectivos en temas de ciencia y tecnología ni tampoco con capacidades estratégicas de planificación a largo plazo de las mismas. Las políticas se orientaron en mayor medida a problemas de corto plazo y no al desarrollo de capacidades estratégicas en áreas de I+D, lo cual incluye la NyN. Así, las primeras iniciativas de

políticas de promoción en esta área estuvieron impulsadas por la comunidad científica y, en consecuencia, orientadas a la nanociencia en desmedro de la nanotecnología. En este sentido, el programa de áreas de vacancia (PAV), que dio lugar a la conformación de cuatro redes científicas en NyN, según los aportes de los entrevistados, permitió la adquisición de equipamiento, una cierta articulación entre los grupos de investigación que hasta el momento venían trabajando de manera fragmentada entre sí y también, una generación de contactos entre los becarios. Por el otro lado, las redes PAV no lograron avanzar hacia una mayor integración entre los grupos, contaron con un presupuesto insuficiente para llevar a cabo una mayor cantidad de actividades, no incluyeron a todos los grupos existentes del sistema de ciencia y tecnología en NyN y no se conectaron con ninguna demanda social ni productiva. Además, las cuatro redes se agruparon en torno a grandes disciplinas, como física, química, biología e ingeniería, alejándose del discurso de la interdisciplinariedad que suele acompañar a la NyN. En palabras de un entrevistado, esto se explica porque “cada uno se identificaba con otra cosa, no era un nanotecnólogo”. Por último, mientras que la convocatoria se realizó en el 2004, las redes comenzaron a funcionar de manera informal hacia el 2006, momento en que estaba en marcha la convocatoria de las próximas redes –programa PAE–, y el presupuesto asignado estuvo disponible recién para el 2007, lo que constituyó una demora importante.

Buscando romper esta orientación inicial hacia la nanociencia, la iniciativa que impulsó el entonces ministro de Economía Lavagna buscó ubicar en el centro del escenario al sector productivo bajo el argumento del incremento de la competitividad, aunque esta iniciativa giraba alrededor de la vinculación con una empresa norteamericana. Los actores que impulsaron en primer lugar esta iniciativa fueron los doctores Francisco de la Cruz y Mario Mariscotti, que pretendían montar en Bariloche un laboratorio limpio para caracterización y medición de los desarrollos que realizara Lucent, excluyendo la fabricación y los desarrollos de Argentina. En este sentido, algunos entrevistados señalaron que la visión de Lucent pretendía limitar a Argentina a caracterizar dispositivos nanotecnológicos previamente desarrollados y fabricados en Estados Unidos y que la visión de los fundadores de la FAN era que no se podían realizar desarrollos en Argentina. Ahora bien, esta estrategia fue posteriormente abandonada por desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas. Desde la renuncia de Lavagna a su cargo de ministro se reformuló la política en NyN, influyendo en ello el proyecto de Ley que impulsaba el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías que elaboró el Parlamento argentino y que no fue aprobado. En los “Fundamentos”, los actores que redactaron el documento caracterizaron de manera precisa las limitaciones de un país como Argentina para embarcarse en una TPG en sus primeras etapas de desarrollo a nivel global. Pese a ello, sus recomendaciones retornaron a una lógica internacionalista de inversión en conocimiento en un área emergente y contradictoriamente también promovieron la

subordinación de una parte de los escasos recursos humanos a las agendas de redes académicas internacionales con objetivos propios. Este aliento a la participación de grupos argentinos en programas de cooperación internacional con agendas propias debilitó los objetivos de conformación y evolución hacia la consolidación y aumento de densidad de redes público-privadas locales.

Luego de la renuncia de Lavagna, la FAN cambia de orientación hacia un esquema más participativo, abriendo el juego a otras empresas locales. En esta dirección, los entrevistados manifestaron que, en ese momento, la FAN era una “papa caliente” y que Lino Barañao llamó a algunos investigadores reconocidos en NyN para que ayuden a encauzarla. Esta dificultad de trazar un rumbo para la FAN deriva en la creación de un Consejo Asesor –que figuraba en el Decreto 380 de su creación, pero no estaba creado formalmente- que, como relató Lidia Rodríguez, ex coordinadora de la FAN, se encargaba de decidir qué proyectos se financiaban y cuáles no. Se lanza en aquel momento un concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología llamado “Ideas-Proyecto” con una fuerte orientación productiva, dado que se exigía una contraparte de un 20 o un 50% por proyecto y se pretendía llegar a un producto comercializable. El Estado financiaría entre el 50 y el 80% de los proyectos “viables” con un monto máximo de 2 millones de dólares y sin tope mínimo. Dado el enfoque productivo de esta convocatoria, se esperaban resultados en el corto o mediano plazo y, de esa forma, se esperaba financiar a la FAN, que hasta ese momento sólo disponía de los 10 millones de dólares iniciales que le habían sido otorgados al momento de su creación. No obstante, al lanzar esta convocatoria no se tuvo en cuenta la inexistencia de un mercado de nanotecnología en el país, existiendo solo algunas pocas empresas interesadas en la nanotecnología. Como resultado, a esta convocatoria se presentan 20 iniciativas, de las cuales 10 pasan a la fase de “formulación de proyectos”, aunque luego muchos fueron abandonados, manteniéndose solo uno, cuestión que retomaremos en el próximo capítulo.

En 2006 es lanzado el programa de áreas estratégicas (PAE) –la nanotecnología es configurada como un área estratégica desde el discurso oficial, de acuerdo al plan Bicentenario–, que incluye la participación de empresas y no se reduce a los grupos de investigación, a diferencia del PAV. Como resultado, dos proyectos de NyN son aprobados, dando lugar a la creación de dos centros: el nodo Nanotec y el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN). El nodo Nanotec fue una continuación de las redes PAV, en particular, de la red “Laboratorio en Red para el Diseño, Simulación y Fabricación de Nano y Micro Dispositivos, Prototipos y Muestras”, integrada por CNEA, el CONICET, la UNL, la UNER y la UNNE, dirigida por Alberto Lamagna, dado que su objetivo seguía siendo desarrollar capacidades locales para la generación de micro y nanodispositivos. El nodo Nanotec dio lugar a la creación del IDME, orientado hacia el diseño de microelectrónica. Además, el nodo Nanotec incluyó el desarrollo de

nanobiosensores para detección de enfermedades, el desarrollo de narices y olfateadores electrónicos que utilizan micro y nanotecnologías para detectar drogas y explosivos y el desarrollo de una antena para satélites, dispositivo para el Plan Espacial Argentino a pedido de la CONAE. Por su parte, el CINN se creó en 2008 y funcionó como un centro virtual durante cuatro años. Según los actores que lo integraron, un punto exitoso del mismo fue la formación interdisciplinaria de recursos humanos en NyN. En cambio, las deficiencias se concentraron en el plano productivo, dado que el centro no logró interesar empresas ni atender demandas de las mismas, pese a que al CINN lo integraron algunas empresas, entre ellas Nanotek y Darmex. Según varios entrevistados en la actualidad este centro no funciona como tal, aunque los equipos sigan estando a disposición de todas las partes integrantes del mismo.

A partir de 2007, año de creación del MINCyT, las políticas públicas se encuadraron dentro del marco analítico del Sistema Nacional de Innovación (SIN) –enfoque centrado en la innovación, donde las empresas tienen mayor protagonismo, además de las instituciones del sistema científico y tecnológico–, lo que se vio reflejado en las políticas de promoción a la NyN, que comenzaron a incentivar la vinculación del sector científico con empresas nacionales.⁴⁹ La mayor parte de la inversión en I+D en Argentina para NyN es realizada por el Estado –lo cual no es excluyente en NyN–, con una participación mucho más acotada del sector empresarial, algo contradictorio con el modelo del SIN, llamando la atención sobre la incorporación acrítica de marcos conceptuales diseñados para otras realidades políticas, culturales, sociales, económicas, etc. (Vila Seoane, 2014: 82-84). A esto debe agregarse que las actividades realizadas desde el Estado para impulsar la NyN estuvieron desvinculadas del tejido productivo local (Lavarello y Cappa, 2010). En un informe de 2013, que presenta un diagnóstico de evaluación de las necesidades empresariales y de investigación en nanotecnología en Argentina, se concluía que existe una importante capacidad científico-técnica en el país, pero falta articulación entre la academia, el sector empresarial y público (Fischer et al., 2013). Hasta aquí, las políticas, que estuvieron desvinculadas del tejido productivo local, fueron promoviendo diversos recursos de financiamiento centrados en la NyN como gran área de conocimiento, caracterizándola sucesivamente como área de vacancia, área estratégica o, finalmente, como TPG.

Por otra parte, en referencia a los marcos regulatorios, luego del lanzamiento del NanoCode en la UE en 2008, que incluyó un Código de Conducta para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología, en Argentina se analizó la posibilidad de adoptar también un código de conducta en la investigación de la NyN. Como resultado, en 2013 se publicó un documento que condensaba los enunciados relativos a la

⁴⁹ En el plan que explicita los lineamientos del MINCyT a un horizonte de largo plazo, aparece explícitamente la noción de “Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)” (MINCyT, 2012: 21, 25, 43).

responsabilidad social de los investigadores y de los organismos e instituciones públicas del sistema nacional de ciencia y tecnología. Asimismo, Argentina busca implementar las normas de la ISO dedicadas a nanotecnologías bajo su propia versión IRAM. Hasta 2017, habían sido aprobadas cuatro y otras estaban en estudio. Al respecto, podemos decir que, pese a estos débiles intentos por regular la actividad en NyN, las políticas públicas que se propusieron promoverla no concibieron políticas complementarias que consideren los aspectos sociales, éticos, medioambientales y de seguridad laboral.

Un párrafo aparte merece la cooperación científico-tecnológica regional en NyN. La iniciativa más destacada es la creación del CBNN entre Argentina y Brasil, que se propuso como objetivos la formación de recursos humanos, la ejecución de proyectos de I+D conjuntos, la creación de empresas binacionales y el abordaje de los derechos de propiedad intelectual en la comercialización de productos y procesos nanotecnológicos. El CBNN, que fue el centro más activo y que actualmente se encuentra discontinuado, fue eficiente para la formación de recursos humanos a través del dictado de cursos, talleres y escuelas binacionales. Según sus coordinadores, no se llegaron a generar proyectos de investigación binacionales y mucho menos la creación de empresas binacionales. Pese al aliento de la inserción en redes de investigación internacionales de los investigadores locales, la cooperación científico-tecnológica en materia de NyN fue débil e ineficiente para la generación de proyectos productivos en conjunto.

En cuanto a la generación de patentes, este fue un tópico relevante en el discurso de los actores que impulsaron la NyN, aunque en la práctica las patentes presentaron un número escaso. Por ejemplo, a través de expresiones del tipo “La única manera de actuar inteligentemente es a través de la generación de patentes propias que no interfieran con las patentes extranjeras [...]”, expresada por Lino Barañao, entonces tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, o “Quien domine las principales patentes que hacen a una tecnología, dominará también un mercado”, expresada por Daniel Lupi, entonces director del Centro de Electrónica e Informática del INTI, que luego sería designado como presidente de la FAN. En los hechos, hacia 2005 Argentina contaba con 11 patentes, frente a las 45 de Brasil y las 20 de México, sobre un total de 726 patentes registradas en mayo de 2005 por la US PTO, mientras que hacia 2007 Argentina contaba con 12 patentes de invención en NyN (OIA-CTS, 2008: 58).

En términos generales, la evidencia empírica recopilada en este capítulo muestra que el proceso de diseño de numerosas líneas de financiamiento que apuntaron a promover la NyN desde el sector público no fue acompañado por esfuerzos de diseño de nuevas formas de organización, del mejoramiento o adaptación de los marcos regulatorios, deformación de competencias para la comercialización y de coordinación institucional acordes a las especificidades que supone el impulso de una nueva TPG. En la evolución de las políticas para la NyN se observa un desdoblamiento entre, por un lado, el discurso

empleado en los documentos oficiales y en los dichos de actores promotores de las políticas de NyN y, por otro lado, lo que surge de las entrevistas a científicos y tecnólogos. Mientras se expresa que las inversiones en NyN deben enfocarse en aumentar la competitividad de la economía (SECyT, 2006; MINCyT, 2012), las políticas que promovieron la NyN se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo que excluyeron de sus prioridades la necesidad de avanzar en la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, así como en actividades de diagnóstico, prospectiva, revisión de marcos regulatorios y generación de capacidades ausentes en tópicos como cadenas de valor o estrategias de comercialización, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción.

Capítulo 3: Creación y evolución de la Fundación Argentina de Nanotecnología

3.1. Introducción

En el capítulo anterior abordamos las políticas de promoción de las NyN, mediante un recorrido histórico por las iniciativas e instrumentos más relevantes que fueron impulsados en el área y dedicamos un apartado al proceso de creación de la FAN. En este proceso, la FAN fue creada con la intención de ubicar en el centro del escenario de la nanotecnología al sector productivo, propósito que tuvo como componente discursivo el argumento del incremento de la competitividad, como puede leerse, por ejemplo, en el Decreto 380/2005. Tanto la iniciativa de Lavagna, que puso en el centro de la política de nanotecnología la vinculación con una empresa norteamericana, como el posterior cambio de gestión en la FAN, que incluyó la conformación del Consejo Asesor y la convocatoria a Ideas-Proyectos, se focalizaron en el sector productivo. A pesar de ello, como veremos en este capítulo, en la práctica, el accionar de la FAN se alejó de este objetivo inicial, desplazando paulatinamente sus actividades hacia la difusión y divulgación de la nanotecnología hacia el sector empresario y la sociedad en general.

En este capítulo abordamos la trayectoria de la FAN a partir de su creación, sus años posteriores y su accionar en la actualidad, con el propósito de caracterizar su rol en el entorno nanotecnológico del país –actores, redes y organizaciones que llevan a cabo actividades relacionadas a la generación, difusión y utilización de la nanotecnología–, mediante la caracterización de sus objetivos, funciones y el análisis de sus instrumentos para promover la nanotecnología y de los obstáculos que tuvo que enfrentar. El capítulo se divide en siete secciones. La primera se enfoca en el nacimiento de la FAN en el ámbito económico, como una organización concebida para impulsar procesos de cambio tecnológico –en este caso, generar procesos de incorporación de nanotecnología– capaces de impactar en la competitividad de algunos sectores de la industria local. La segunda sección se focaliza en la primera convocatoria a proyectos que abrió la FAN a Ideas-Proyecto y se propone evaluar sus resultados y las dificultades que debió enfrentar. La tercera sección trata sobre la construcción de una agenda propia de la FAN y la necesidad de redefinir su rumbo a partir de la creación del MINCyT a fines de 2007. Seguidamente, la cuarta sección, se centra en identificar los primeros vestigios de conformación de la línea que se consolidará como la más importante de la FAN: la difusión y la divulgación de la nanotecnología a una amplia diversidad de audiencias. En la quinta sección se discute la decisión de la FAN de sumar la función de incubación y la incorporación de seis empresas que, al cierre de esta tesis, están siendo físicamente incubadas en su edificio. Por último, en la sección sexta se presentan algunas reflexiones sobre la función de la FAN en el entorno nanotecnológico argentino, así como también sus fortalezas y limitaciones.

3.2. El nacimiento de la FAN y la competitividad de la economía nacional

El 27 de abril de 2005 fue firmado el Decreto 380, por el cual se creaba la FAN, bajo la figura jurídica de entidad de derecho privado sin fines de lucro, con el objetivo de “promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica” en el país para que, “a través de actividades propias y asociadas, se alcancen condiciones para competir internacionalmente en la aplicación y desarrollo de micro y nanotecnologías que aumenten el valor agregado de productos destinados al consumo interno y la exportación”. Asimismo, en este decreto se indicaba que se buscaba la participación empresarial en el área de la micro y nanotecnología, que la FAN garantizaría “como elemento clave en la búsqueda de la competitividad”(Decreto 380, 2005). El decreto menciona otras atribuciones de la FAN, que incluían la construcción de laboratorios limpios y de diseño para el desarrollo de dispositivos micro y nanotecnológicos, el entrenamiento y capacitación de recursos humanos, investigación y desarrollo de micro y nanotecnología, asesoramiento a instituciones públicas y privadas sobre el desarrollo de micro y nanotecnología y el desarrollo de mercados para la inserción de la industria nacional de micro y nanotecnología.

Dado que el decreto menciona la “micro y nanotecnología”, el presidente de la FAN desde el 2011, Daniel Lupi, explicó que el nombre completo de la Fundación es Fundación Argentina de Micro y Nanotecnología, ya que “el plan de los proyectos originales era para hacer MEMS, que tienen más microtecnología que nano, si bien tienen nano” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).⁵⁰ La FAN se creaba bajo la dependencia del Ministerio de Economía y Producción y el químico Roberto Fernández Prini, investigador de CONICET con lugar de trabajo en la FCEN de la UBA y consultor de CNEA, fue nombrado su primer presidente. El impulso inicial de promoción a la micro y nanotecnología no provino de la SECyT, organismo responsable de la política científica y tecnológica en aquellos años, que, como mostramos en el capítulo anterior, promovió más la nanociencia en desmedro de la nanotecnología.

Si bien la demanda inicial tuvo origen en un grupo de investigadores del Instituto Balseiro, que impulsaron la creación de una sala limpia, fueron funcionarios del Ministerio de Economía los que dieron espacio a esta demanda en la agenda pública y colocaron a la NyN como una línea tecnológica necesaria a ser desarrollada en el país. Sobre esta percepción y la vinculación de la FAN con el ámbito productivo, uno de los actores involucrados en el proceso, funcionario del ministerio de Economía de entonces, explicó que en ese momento había una estrategia que buscó “modificar la naturaleza de la inserción de Argentina en el comercio mundial”y razonó que la estrategia planteaba “en

⁵⁰ Daniel Lupi es Ingeniero Electromecánico, fue director del Centro de Investigación y Desarrollo de Electrónica e Informática (CITEI) del INTI y se desempeña como presidente de la FAN desde 2011 hasta la actualidad.

qué medida podemos trabajar en convertirnos en productores de tecnologías intermedias” con el foco puesto en América Latina y África como mercados posibles. Así:

“En la búsqueda del espectro tecnológico que podíamos acceder nos pareció claro que teníamos aspectos que tengan que ver con el desarrollo de software, la consolidación de la energía atómica, los temas de biotecnología y los temas de nanotecnología, pensando que eran aspectos en los cuales podíamos avanzar, porque teníamos una masa de investigación importante en el país” (Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).⁵¹

Luego de aclarar que un objetivo importante era “articular con otros espacios”, agregó que parece “medio insólito” que la FAN haya surgido “de Economía”, pero que “el vincular los fenómenos tecnológicos con el mundo de la producción es parte de un enfoque que encaramos”, dado que los problemas económicos “no tienen solución económica”, sino que la solución es “económica, social, política, cultural, tecnológica” y “todo forma parte de un fenómeno”(Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018). Tangelson se refirió a la nanotecnología como “una tendencia que va a seguir” y que ningún país “va a competir en comercio internacional dentro de 20 años en textiles, en metalmecánica, en electrónica, en medicina, en muchas actividades, si no maneja nano”. De esta forma, la nanotecnología fue planteada como “estrategia”, pensada como “un componente importante de nuestro perfil de desarrollo” y no se restringió a las ciencias duras:

“[...] si bien eso es importante para desarrollar, también es importante concebir cuál es el tipo de aplicación social y económica que las ciencias duras nos generan y a qué solución nos puede contribuir el desarrollo de nuevos materiales. No es un tema simplemente de un perfeccionamiento científico, es el tema de la ciencia al servicio de las necesidades sociales [...]. en muchos casos podés orientar el proceso de investigación para la solución de problemas. No solamente correr la frontera de conocimiento, sino vincularlos a respuestas que está necesitando Argentina [...]” (Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).

Y sobre la demanda científica para la construcción de una sala limpia, el mismo entrevistado relató que fue un reclamo por mayor presupuesto, pero que “El punto de partida de la creación de la FAN fue un encuentro real entre tecnología y visión tecnológica” y que se hizo desde el Ministerio de Economía porque “resultaba más conveniente el peso institucional de ese ministerio”, aunque de manera temporal. Agregó que “La tecnología es una de las dimensiones en el desarrollo de una sociedad. No es un hecho aislado. Es un componente de la sociedad y tenés que incorporarlo” y eso es lo que “había detrás de nuestro entusiasmo por la nanotecnología”(Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).

⁵¹ Oscar Tangelson es licenciado en Economía Política por la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA que, entre otros cargos, se desempeñó como secretario de Política Económica en el Ministerio de Economía y Producción en el período de creación de la FAN.

Como mostramos en el capítulo anterior, la alianza con la empresa Lucent Technologies fue abandonada luego de producirse ciertas críticas hacia su proceso de creación, y el cambio de ministros –de Economía– significó también un cambio de gestión en la FAN. Pero antes de ello, se llevaron a cabo algunas primeras acciones por parte de la FAN, como premiar investigadores. Si bien, según Tangelson, fueron iniciativas muy preliminares y de corto plazo, que ayudaron a la tarea de reconocimiento de los recursos humanos que había en el país. Según Tangelson, la FAN “alcanza identidad realmente cuando pasa al MINCyT”, pero desde su creación fue un proceso compartido entre dos “organismos del Estado”, el Ministerio de Economía y la SECyT (Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).

Creemos que, a pesar de la claridad que manifestó el entrevistado en cuanto a la generación del impacto productivo y social esperable de la nanotecnología y del papel que podría cumplir la FAN, en esos momentos ya aparecía reconocida de manera explícita la falta de conocimiento del panorama local –tanto del lado de las capacidades de I+D como del lado de la potencial “demanda”– necesaria para el establecimiento de metas justificables. Desde el inicio, el objetivo explicitado para la FAN fue el de generar un impacto productivo en la estructura económica nacional. Sin embargo, una vez creada esta organización, como veremos, los actores que la impulsaron se encontraron frente a la imposibilidad de fundamentar una estrategia que estuviera a la altura de los objetivos explicitados. Como veremos, esta debilidad inicial en la concepción de los objetivos centrales iba a ser responsable de la inactividad inicial que padeció la FAN, que fue reforzada por las críticas recibidas desde la Cámara de Diputados de la Nación.

3.3. Convocatoria a Ideas-Proyectos

Luego del cambio de gestión en el Ministerio de Economía a fines de 2005 –Miceli por Lavagna–, siendo que la FAN seguía dependiendo de este ministerio, la decisión de qué hacer pasó por la nueva ministra que, al desconocer el tema, convocó a una asesora que luego fue coordinadora de la FAN, Lidia Rodríguez. Esta coordinadora recomendó crear formalmente el Consejo Asesor,⁵² que figuraba en el Decreto 380, pero dado que, hasta el 2006, la FAN casi no había realizado acciones, tampoco se había encargado de crear los órganos internos.

En este sentido, el vicepresidente de la FAN comentó que la FAN “nace con el objetivo de un proyecto concreto, de hacer una FAN de MEMS” y agregó que Lavagna lo pensó desde “el lado industrial, desde el lado productivo”. Añadió que con Lavagna

⁵² Este Consejo cumple la función de apoyar y asesorar a los órganos de la FAN para la planificación, organización y ejecución de las actividades de la misma, en los temas encomendados por el Consejo de Administración, el encargado de dirigir y administrar la FAN (Decreto 380/2005).

“realmente se respiraba una estrategia de desarrollo” y que después de abandonar su cargo eso se perdió (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).⁵³ Venturuzzi agregó queluego de la renuncia de Lavagna, dentro del Ministerio de Economía “no se sabía qué hacer” con la FAN y lo que se hizo fue convocar a “las instituciones de referencia en nanotecnología”, que:

“[...] cuando se sientan [...] tratan de llevar agua para su molino. Había ahí una suma importante, que eran 10 millones de dólares, y siempre que existe plata, el sistema va por él [...] las instituciones vieron en eso la posibilidad de insertarse, y durante un tiempo determinado hubo dos Consejos. Los dos Consejos funcionando de manera intrincada, el de Administración y el Asesor. En esa etapa [2006 y 2007] hubo tironeo, pero no hubo ningún efecto concreto en la Fundación [...]. Hubo iniciativas [...] pero [...] no quedó registrado en la historia” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

En este contexto, en agosto de 2006 Miceli anunció la apertura del primer concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología, con una fuerte orientación a la innovación productiva. De estos proyectos, el Estado financiaría entre el 50% y el 80% de su costo con un monto máximo de pesos equivalentes a 2 millones de dólares y sin tope mínimo para la participación de las PyMES, donde la contraparte debía hacerse cargo de la inversión correspondiente. La convocatoria incluía empresas, organismos públicos, instituciones y grupos de investigación. Se financiarían los proyectos que concluyeran con un producto o proceso de nano/microtecnología a ser comercializado en el mercado nacional o internacional, e incluyeran un plan de negocios que muestre la factibilidad de esa comercialización y/o cuya patente tuviera la explotación comercial asegurada (*Clarín*, 2006; Andrini y Figueroa, 2008), buscando así un impacto socioeconómico para el país. Según Rodríguez, la financiación de estos proyectos por parte de la FAN contribuiría a que la Fundación se autofinanciara, a través de las regalías por parte de las empresas participantes. Como resultado, habiéndose presentado 20 ideas-proyecto, la FAN autorizó a pasar a la etapa de “Formulación de Proyectos” a las ideas-proyecto presentadas por las siguientes empresas/instituciones: Darmex S.A., Renacity Investment S.A., CONAE-INTI, Bell Export S.A., Fundación Instituto Leloir, Fundación Protejer, Over S.R.L., CNEA-CONAE, Nanotek S.A. (Andrini y Figueroa, 2008: 34-35). Se aprobaron así diez de los veinte proyectos presentados.

Sin embargo, según Lavarello y Cappa (2010: 18), la complejidad del proceso de formulación y evaluación derivó en el desincentivo de su ejecución y muchos proyectos fueron abandonados. Según Vila Seoane (2014: 81), el impacto de las Ideas-Proyecto fue escaso, “dado que pocos de los proyectos que se recibieron eran efectivamente de nanotecnología, o no todos tenían potencial de ser productivos con el capital ofrecido por

⁵³ Guillermo Venturuzzi es Ingeniero en Construcciones, Ingeniero Civil e Ingeniero Ferroviario y se desempeña como vicepresidente de la FAN desde 2010 hasta la actualidad.

la fundación". Como resultado, de los 20 proyectos presentados y los 10 aprobados, sólo uno logró avanzar y recibir financiamiento, un proyecto perteneciente a la empresa INIS-Biotech de la Fundación Instituto Leloir,⁵⁴ vinculado a la determinación del perfil genómico de los tumores de mama de las pacientes de América Latina con el objetivo de mejorar su pronóstico y tratamiento, que fue cofinanciado con el Instituto Nacional del Cáncer estadounidense.⁵⁵ Sobre este único proyecto Venturuzzi comentó que el "proyecto se está terminando" y que "Todavía los resultados en el universo tomado no son absolutamente definitivos" dado que "son megaproyectos sobre cuestiones que tienen que ir testeándose mucho tiempo" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Por su parte, sobre el mismo tema la ex coordinadora de la FAN reflexionó que al Consejo Asesor le costaba mucho elegir proyectos y que "Es una falencia que se marca en ese período". Explicó que cuando se trataba de elegir los proyectos, "el Consejo empezaba a hacer agua". Su idea era que "que todo lo que fuera ciencia básica en nano fuera a la Agencia y a la FAN que vengan [...] los que hacen algo concreto por el país y que lo podamos patentar", dado que "El nudo de la FAN es el sector privado, es hacer negocios desde la ciencia en el sector privado ganando plata". Añadió que es lo que "estaba en el nudo de su misión, porque para lo otro está CONICET y Agencia" (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018). Otros entrevistados mencionaron también el fracaso de las Ideas-Proyecto. Por ejemplo, Ernesto Calvo, uno de los miembros del Consejo Asesor de aquel entonces comentó que "había mucha burocracia en el sentido de mucha discusión para llegar a decisiones porque había que gastar el dinero, pero que sea transparente y al final era tan transparente que no se podía gastar" y además "Había que involucrar empresas, pero no había casi" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Desde otra perspectiva, Lamagna, que fue presidente del Consejo Asesor, criticó la decisión de la FAN en esta convocatoria de proponerse financiar múltiples proyectos, a los cuales denominó como "pequeñas financiaciones". Así, según el entrevistado si "tenés diez millones de dólares y querés dejar una marca importante en el sistema científico, tenés que hacer un gran proyecto con esos diez millones de dólares, que lo usen después todos, pero no decirles a los 100 científicos '¿Cuánto querés?' No hacés nada". Preciso que con esa plata había que hacer un gran proyecto "que deje una marca en el sistema, como puede ser una sala limpia con equipos para fabricar o para medir". Sin embargo, "El resto de los científicos que estaban ahí, que la mayoría eran del CONICET y universidades,

⁵⁴ Inis Biotech es el representante exclusivo para la comercialización e industrialización de las invenciones, descubrimientos y desarrollos logrados en la Fundación Instituto Leloir. Para más información consultar:

<http://www.inis-biotech.com.ar/esp/index.html> (Consultado el 10/07/2018).

⁵⁵ Además del apoyo de la FAN, este proyecto contó con el apoyo de la ANPCyT y del Instituto Nacional del Cáncer, dependiente del Ministerio de Salud. Ver:

<http://www.leloir.org.ar/blog/investigadores-del-instituto-leloir-en-una-red-modelo-de-investigacion-genomica-en-cancer/> (Consultado el 10/07/2018).

decían ‘No, hay que invertir esos diez millones de dólares en los veinte grupos’” (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

El actual presidente de la FAN, Lupi, comentó sobre la convocatoria Ideas-Proyectos que “tuvo algunas dificultades”, ya que “los proyectos se presentaban por dos millones, entonces el tipo de evaluación era de alto nivel científico y eso le restaba un poco a la aplicabilidad porque al final terminaban buscando antecedentes” y también “como los proyectos eran grandes había cinco proyectos de máxima, porque eran diez millones en total”. Entonces, los proyectos que se presentaron se discutieron mucho porque “los criterios eran muy exigentes en cuanto a nivel” y “se presentaron algunas incoherencias en que tenía que ser original, pero tenía que tener antecedentes el proyecto”. Por lo que “los proyectos tuvieron tantas discusiones porque los que estaban llevando los proyectos estaban sentados en la mesa, eso llevó a tensiones y discusiones que no salía ninguno y de aquella época solamente al final quedó uno” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Por su parte, un entrevistado perteneciente a una de las empresas participantes del concurso de Ideas-Proyecto comentó que en ese entonces la FAN se proponía “potenciar proyectos”, pero que “vos tenías que demostrar que iba a ser exitoso, que ibas a vender y en cuánto tiempo ibas a recuperar la inversión” y “vos decías ‘Si la gente no sabe de qué está hablando, y vos querés que yo esté al tanto del mercado. Si no existe el mercado. ¿Cómo voy a hacer un estudio de mercado de algo que nadie conoce?’”. Por lo cual “no funcionó” y “Nunca financiaron a nadie, eran un montón de ideas y proyectos, pero nunca terminaron en nada” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Debido a que la FAN no logró comenzar a financiar proyectos –tanto por trabas internas como por la propia estructura productiva nacional que recién estaba empezando a conocer la nanotecnología–, su agenda comenzó a cambiar de rumbo paulatinamente, encontrando un espacio vacante en la divulgación y difusión:

“Como aparecieron pocos proyectos, me enfoqué en hacer lo más fuerte, que era difundir el tema. Que se conozca en todos los ámbitos científicos que la Fundación tenía recursos [...]. Nos dedicamos a la difusión para atraer a la mayor cantidad de investigadores y armamos el primer congreso, el Nanomercosur. Como no podíamos gastar la plata en proyectos, dijimos ‘metámonos a difundir, a instalar en la agenda de las políticas públicas este tema’ [...]. Nos lanzamos a hacerlo en un palacio, le metimos plata para traer gente [...] estábamos encantados porque hubo mucha prensa, vinieron muchos medios, hubo artículos [...] los temas en el Estado hay que instalarlos para que no se destruyan, porque hoy estoy yo, pero mañana puede estar otro, entonces hay que dejar las cosas de manera tal que no dependa de las ganas de alguien. Organizar un poco la gestión. Ese Nanomercosur fue como un puntapié inicial bien fuerte [...]” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

De esta forma, el primer evento de difusión fue el Congreso Nanomercosur, organizado por la FAN y por el Ministerio de Economía en 2007, bajo el título “Ciencia, Empresa y Medio Ambiente”. El encuentro se focalizó en analizar los desafíos y oportunidades de la aplicación de la micro y nanotecnología, para aumentar la competitividad industrial, incrementar los beneficios socioeconómicos y atender a los temas medioambientales derivados de su utilización. El evento contó con una Feria de Empresas e Instituciones de I+D con capacidades y proyectos innovadores en micro y nanotecnología –que incluyó 35 stands de empresas locales e internacionales, institutos de investigación, universidades públicas, redes de NyN, gobiernos provinciales, entidades financieras, agencias públicas, fundaciones privadas e inversores de capital de riesgo–;⁵⁶ un Seminario Internacional con exposiciones en paneles sobre distintas temáticas para el desarrollo de estas tecnologías –políticas públicas, cooperación regional, impacto ambiental, aplicaciones para PyMEs, redes en NyN–; paneles sobre sectores productivos específicos, y la atracción de inversión privada.

La organización del primer Nanomercosur constituyó una primera incursión de la FAN en actividades de difusión de la NyN. En este contexto de adaptación y redefinición de objetivos –de estrategias para aplicar nanotecnología a la mejora de la competitividad de la economía a su difusión–, algunos entrevistados señalaron la falta de agenda propia en la FAN y la dificultad para encontrar su función institucional. En este sentido Gabriela Trupia comentó que la FAN había sido impulsada por un grupo de físicos “con el objetivo de fortalecer la infraestructura, sobre todo la de equipamiento”, pero este “grupo inicial promotor después enfrenta algunas dificultades internas que hacen que el objetivo quede como detenido y debilitado”, por lo cual la FAN “durante un tiempo que puede ser entre el 2006 y el 2007, no tiene muchas actividades propias ni una agenda propia”, sino que “Hace algún evento propio, pero no termina de encontrar su propio rumbo” (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).⁵⁷

3.4. Creación del MINCyT y pérdida de rumbo de la FAN

A fines de 2007, luego de creado el MINCyT, la FAN fue incorporada a su Jurisdicción, decisión que no contó con el consenso unánime de su Consejo Asesor y, según Rodríguez, “Hubo todo un debate en el Consejo Asesor porque este no quería que pase”:

⁵⁶ Estos fueron la empresa argentina InnovaTekne (<http://www.innovatekne.com/>). Consultado el 7/01/2019) y el Nexo Emprendedor del Banco Santander Río, el área de esta entidad que maneja el capital de riesgo.

⁵⁷ Gabriela Trupia estuvo trabajando en la FAN entre 2012 y 2015, en lo concerniente a la coordinación de planes y programas de comunicación y extensión, y el manejo de los aspectos institucionales relacionados con marcos regulatorios y sostenibilidad de la nanotecnología.

“La ventaja del ministerio de Economía es que tiene plata, es un ministerio que tiene recursos importantes. El otro era nuevo, tenía la Agencia que tiene los recursos [...]. cuando se crea el ministerio obviamente para mí la FAN tenía que ir ahí [...]. Cuando se armó el ministerio no tenía casi edificio porque empezó funcionando en las oficinas que alquilábamos de la FAN [...]. El Consejo Asesor no quería. A mí me pareció que, en el ministerio de Economía, no estando Felisa, [...] la FAN no encontraría su metiér [...] eso en el ministerio de Economía y con los problemas que tiene ese ministerio, va a morir ahí [...]. Así como Felisa se lo sacó de encima, si bien confió mucho en mí y estaba interesada en el tema, digo ‘va a venir otro ministro y esto va a morir’. Entonces, tiene que ir al ministerio de Ciencia, porque ahí puede articular [...]” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Desde otra perspectiva, Trupia explicó el lugar de la FAN en el MINCyT y, en simultáneo, su injerencia en el diseño y armado del Fondo Sectorial de Nanotecnología, objeto de análisis en el próximo capítulo, sosteniendo que la FAN trabajó identificando “los nichos de oportunidad donde establecer las prioridades y a partir de ahí llamar a la convocatoria del proyecto para el FONARSEC”, donde uno de los fondos se orientaría a la nanotecnología. Así, en 2008, entre el MINCyT y la FAN, “se hicieron todas las consultorías para relevar a todos los actores claves, los laboratorios, los investigadores, si había alguna empresa” y se hizo un documento diagnóstico del que posteriormente se derivó la primer convocatoria de Fondos Sectoriales en Nanotecnología en 2010. Entonces, cuando “el MINCyT toma a la FAN bajo su esfera”, “justamente cuando se estaba haciendo el tema de los Fondos Sectoriales”, encuentra “en la FAN una manera de demostrar que el país ya tenía una intención política de apoyar la nanotecnología. De alguna manera justificamos los FS Nano” (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).

Otra/o entrevistada/o, que prefirió mantener el anonimato, comentó sobre la participación de la FAN en el armado del Fondo Sectorial de Nanotecnología, explicando que trabajaba desde la FAN “específicamente con todo lo que tenía que ver con FONARSEC” en conexión con el MINCyT y que, lo que se hacía para el FONARSEC eran “unas reuniones diversas con gente”, muchas de las cuales incluían empresarios, donde la FAN iba a “relevar la supuesta demanda de los empresarios” y en estas reuniones “no había una llamada muy abierta a la gente que debería ir a decir cuáles eran sus necesidades en el área”, sino que “era un grupo de empresarios con nombre y apellido que estaban en una listita y había alguien que determinaba quiénes eran y los criterios nunca eran muy conocidos”. Entonces:

“[...] ¿cómo se definían las líneas prioritarias? Con el dedo. Eran gente que para mí la mayor cantidad no hacía nano, era micro, y la idea era poder fomentar la nano [...]. La onda era ver cómo se podía hacer pasar proyectos en líneas que estaban orientadas a nano, cómo meter un proyecto en una línea específica cuando le cambias el nombre por desarrollo sustentable y entra por ese lado, por ejemplo. Había mucho de eso [...] la FAN estaba dentro de eso [dentro de la selección de líneas prioritarias del FONARSEC]. Si me preguntás a mí, mi visión del asunto era

'cómo hacemos nacer de cero una actividad altamente tecnológica que en el país no tenemos, pero que a alguien se le plantó el moño de que esto debía desarrollarse en nuestro país y que tenemos potencial' (Comunicación telefónica con entrevistado/a A, 30/05/2018).

Pese al cambio de jurisdicción de la FAN, esta seguía buscando un espacio institucional en el cual poder instalarse y armar su propia agenda. Venturuzzi explicó que en los primeros años de su funcionamiento la agenda no se terminaba de definir, dado que la FAN tenía, según el Decreto 380, "una variedad de objetivos muy amplia y un proyecto concreto cuando arrancó" seguida de una etapa "donde no se terminó de definir". Al coexistir en el 2008 con la negociación de crédito del BIRF, que derivó en los FONARSEC, no se llegaba a determinar "cuál era el espacio institucional de la FAN". En esos momentos durante la negociación, según Venturuzzi, estuvo la posibilidad de que la FAN fuera la Unidad Ejecutora de este fondo, "pero casi al mismo tiempo que se iba diciendo, se iba desmintiendo esa idea porque la Agencia es la que concentra". Entonces:

"¿Qué era la Fundación? ¿Era un órgano de promoción financiera? No, no puede ser porque la Agencia es la que tiene prepuesto de algunos cientos de millones de pesos todos los años, con una variedad de créditos. ¿Por qué el Ministerio iba a tener una unidad de promoción específica para la nano? ¿Por qué para la nano sí y para cualquier otra cosa no? Con lo cual no se lo vincula con ese tema [...] un espacio de no encontrar el rol de la Fundación. Digamos que hasta 2010 sigue una situación híbrida donde hubo algunos intentos de repensarla desde un lugar como búsqueda de un espacio de promoción, pero desde el emprendedorismo, que después lo tomamos, pero de una manera muy abierta" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

En la misma línea, un ex miembro del Consejo Asesor, agregó que la FAN "tiene un recorrido un poco zigzagueante", donde en una primera etapa permaneció con escasa actividad, por la incidencia de "una seria polémica en la comunidad acerca de cómo se distribuirían los fondos", por lo que la FAN "transitó toda una etapa casi congelada por esa polémica" y los fondos no fueron utilizados. Una vez creado el MINCyT, tampoco "lográbamos arrancar" y los proyectos no fueron financiados. Hubo intentos de llevar a cabo acciones "pero nunca se llegaron a concretar", aunque "Sí se hicieron los Nanomercosur, que eran eventos, congresos, eso se podía hacer" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Durante ese período y ante la falta de una agenda propia y concreta, la FAN siguió organizando los congresos Nanomercosur, bajo una modalidad bianual. De hecho, la segunda edición se realizó en 2009 en Buenos Aires, bajo el título "Oportunidades de Micro y Nanotecnología", reuniendo en sus stands tanto a empresarios como a científicos y tecnólogos, para exponer distintas temáticas, como las distintas aplicaciones de la nanotecnología en sectores industriales, regulaciones, normalización y ética en nanotecnología e instrumentos de financiación y políticas en nanotecnología (Vila Seoane,

2011: 70). En el marco de estas primeras actividades de difusión y divulgación de la NyN, desde comienzos de 2010, la FAN empezó a realizar eventos con el fin de acercar los resultados de las investigaciones en el país al sector productivo, difundiendo las posibilidades de esta tecnología al sector privado, buscando conectar a los investigadores con las necesidades del ámbito empresarial. Estos eventos se enmarcaron en una serie de encuentros, bajo el título “Nanotecnología para la Industria y la Sociedad”, que se llevaron a cabo en distintas regiones del país y que se propusieron poner en contacto investigadores con cámaras empresariales, empresarios e instituciones gubernamentales promotoras de la nanotecnología (FAN, 2010; FAN: 2012).

Sobre los orígenes y el funcionamiento de este programa y sobre la divulgación como una línea de acción dentro de la FAN, un/a entrevistado/a, que trabajó en la FAN entre 2009 y 2011 y se encargaba de la parte de divulgación, comentó que “La idea era que había que hacer algo, había que generar cosas” y ahí fue cuando se creó el programa Nanotecnología para la Industria y la Sociedad, que consistía en “actividades de divulgación de la nanotecnología”, donde había que “conectarse con las universidades, con los institutos, con las empresas”. El programa en sus comienzos “no estaba del todo definido” y eran actividades que había que pensar “desde la parte de búsqueda de empresas, de búsqueda de actores en las instituciones públicas” porque “teníamos financiamiento y había que encauzarlo”, pero no “no estuvo pensado con un objetivo específico, sino que fue un programa multifunción, donde no estaba definido qué es lo que había que cubrir”. De este programa “surgió una gran agenda de redes donde se generaba divulgación”, eventos que “en muchos casos estaban muy direccionados a ciertas empresas”, aunque “era muy difuso, no había un objetivo específico”(Comunicación telefónica con entrevistado/a A, 30/05/2018).

3.5. La FAN encuentra su espacio en la difusión y divulgación

En 2011 se produce un cambio de gestión en la FAN y el ingeniero Daniel Lupi asume como presidente, con algunos otros cambios de integrantes en el Consejo de Administración y Asesor. Varios entrevistados comentaron que la Fundación comienza a generar su propia agenda y a definir sus líneas de acción a partir de este cambio. Por ejemplo, Trupia comentó que después de asumir Lupi como presidente y un nuevo Consejo de Administración y Asesor, “una serie de personas que tiene más experiencia en la gestión”es que “ponen sobre la mesa la necesidad de transformar la FAN y que sea solamente en un espacio donde se hable, ya que se había perdido ese objetivo de promover la infraestructura, porque tampoco sabían cómo hacerlo” (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).

Según el vicepresidente Venturuzzi, “Hay un ir redefiniendo en la acción las posibilidades de encontrar el bendito espacio para la Fundación”, espacio que encontró, “primero, como un referente institucional de la nanotecnología que no había en el país, sin ser un desarrollador de nanotecnología”, dándole “un marco frente a terceros con cierto perfil contenedor a los que hacen nanotecnología, tanto en la I+D como las empresas, en general muchas spin-off creadas dentro del sistema o en empresas que tienen algún tipo de promoción”(Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Según el presidente, la difusión es un medio para llegar a un fin, la aplicación de la nanotecnología en las industrias:

“Cuando me nombraron presidente, hice una propuesta de cambiar completamente el criterio y [...] que se haga difusión, se acentúe principalmente la difusión, pero con un objetivo final. En una escala, empezar a difundir entre los más jóvenes, avanzando y avanzando, hasta llegar al final a la industria. O sea, el último paso de toda la acción encadenada tenía que ser poder hacer que las industrias usen nanotecnología para distintas actividades. Ahí era el punto donde se enganchaba con el objetivo” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Un miembro del Consejo de Administración, luego del cambio de gestión en 2011, explicó que, la FAN “es rescatada” a partir de la gestión de Daniel Lupi. Desde ese entonces, se le da a la FAN “una función específica de tal manera que no compita con las otras instituciones que financian, como son el CONICET y la Agencia a nivel nacional, y la CIC a nivel provincial”. Así, surgen programas como los “Pre-Semilla y Semilla, que están orientados a ayudar aquellas instituciones, empresas, PyMEs, que quieran incursionar en nanotecnología”. Según este entrevistado, la FAN en primera instancia crece con estos programas y luego, “empieza a crecer pensando en la difusión”, que es algo que “no cumplían las otras instituciones. CONICET, Agencia y CIC no trabajan en la difusión”. Por tanto, “la FAN toma la difusión de la nanotecnología como uno de los pilares y ahí empiezan a surgir todos los otros programas que tiene la FAN” (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).⁵⁸

En los fragmentos citados aparecen observaciones recurrentes. Nos interesa destacar el hecho de que la FAN inicialmente se propuso como objetivos centrales incidir sobre la competitividad económica de algunos sectores de la industria a través de la micro y nanotecnología, pero que, sin embargo, no existían las capacidades de gestión para concretarlos. Si bien varios entrevistados mencionaron que la FAN no pudo encauzar su agenda debido a discusiones al interior de su Consejo Asesor, un impedimento importante fue el desconocimiento del sector productivo acerca de la nanotecnología, hecho que explica la consecuente orientación de la FAN hacia la difusión y divulgación, herramientas a través de las cuales la Fundación se propuso hacer llegar la nanotecnología a las

⁵⁸ Javier Amalvy es Doctor en Ciencias Químicas y forma parte del Consejo de Administración de la FAN desde el cambio de gestión de esta.

empresas, despertando el interés en las mismas para que se propongan la incorporación de la nanotecnología en sus productos y/o procesos. En este sentido, que la Fundación terminara reorientándose a la difusión de las “bondades” productivas de la nanotecnología aparece como un condicionamiento no previsto que termina imponiendo las características reales del sector productivo local.

Entonces, el accionar de la FAN se orientó en mayor medida hacia la difusión y divulgación, y en menor medida hacia la financiación de proyectos de bajo impacto y alto riesgo. La mayoría de sus programas e incentivos se enfocaron en la difusión de la NyN a la sociedad, la industria y en ámbitos educativos. Tal es el caso de la línea de congresos Nanomercosur, que además fue el primer evento de difusión de envergadura, que siguió realizándose cada dos años. Asimismo, el programa “Nanotecnología para la Industria y la Sociedad” se encuadró en esta temática divulgativa, y más recientemente fueron creadas iniciativas tales como el concurso “Nanotecnólogos por un día”, que apunta a la difusión de la nanotecnología en las escuelas de nivel secundario, el programa “Nano U” –actividades orientadas a estudiantes universitarios–, el programa “Nano Educación” –plataforma virtual de capacitación en NyN orientada a los docentes de niveles primarios y secundarios–, las dos ediciones de “Quién es quién en Nanotecnología en Argentina” –serie de publicaciones que incluye información sobre la FAN, sobre los grupos de investigación que trabajan en NyN y sobre empresas nacionales que trabajan con esta tecnología– y la presencia de la FAN en la feria de ciencia y tecnología Tecnópolis, donde exponen conceptos básicos de la NyN, sus aplicaciones y beneficios. Por su parte, la iniciativa “Nanosustentable”, aborda los riesgos e impactos potenciales de la NyN, articulando esfuerzos con organismos regulatorios. En este marco, se llevaron a cabo las Jornadas de Nanotecnologías y Sustentabilidad en 2012, evento que se encuadró en las actividades de difusión de la Fundación. Aunque este evento se discontinuó. Según Foladori y Carrozza (2017: 127), la jornada consistió en un conjunto de charlas sobre aspectos tales como: organismos regulatorios y políticas públicas, efectos medioambientales, salud ocupacional, higiene y salud laboral y aspectos socioambientales. Una conclusión de estos autores es que el formato de jornada académica no logró generar un espacio de discusión permanente sobre estas cuestiones. A estas acciones se debe sumar la membresía de la FAN en la Red José Roberto Leite de Divulgación y Formación en Nanotecnología –Red NANODYF–, que fomenta las actividades de sensibilización, difusión y divulgación de la NyN en diferentes públicos interesados y su formación en las instituciones educativas de Iberoamérica.

En el marco de divulgación, la tercera edición del Nanomercosur se llevó a cabo en 2011 bajo el título “Encuentro Nanotecnología para la Industria y la Sociedad”. Las actividades del encuentro incluyeron una Feria de Empresas e Instituciones de I+D con capacidades y proyectos innovadores, el Seminario Internacional con temáticas de interés

para el desarrollo de la nanotecnología y que esta vez contó con la presentación de casos exitosos en transferencia tecnológica presentados por expertos nacionales e internacionales –aunque estos no son mencionados en la descripción del evento–, consorcios academia-empresa promovidos por el Fondo Sectorial de Nanotecnología del 2010, proyectos Pre-Semilla de la FAN y proyectos NANOPYME en el marco del programa de cooperación con la UE (Salvarezza, 2011: 20; FAN, 2012). Posteriormente, la cuarta edición del congreso Nanomercosur se llevó a cabo en 2013 bajo el título “Nanotecnología para la competitividad industrial”, la quinta en 2015 bajo el título “Hacia la consolidación de la Nanotecnología” y la sexta en 2017 bajo el lema “Innovación sin escalas”.

Varios autores también identificaron el accionar de la FAN con la difusión y divulgación de la NyN. Según Hubert (2014: 396), tras la creación de los FondosSectoriales, “cuyas solicitudes de proyectos reemplazaron las ideas-proyecto, la actividad de la FAN se reorientó hacia la organización de reuniones de intercambio de información”, en referencia a los encuentros Nanomercosur, así como también su actividad se diversificó hacia “la sensibilización de los estudiantes universitarios acerca de la importancia de la nanotecnología (programa Nano U)” y “la inversión en proyectos “pre-semilla” de emprendimientos en micro y nanotecnología” (Hubert, 2016: 95). En sintonía, Spivak et al. (2012) explican que “desde su creación la FAN participa en la divulgación de informaciones relativas al desarrollo de las N&N en Argentina y en el mundo vía su página web y a través de la organización de eventos” –esto en referencia a los encuentros Nanomercosur– y que “La organización de este tipo de actividades [...] y a la promoción de encuentros son actualmente prioritarias para la fundación, que está relegando las tareas relacionadas con los financiamientos de proyectos” a los Fondos Sectoriales. Asimismo, según Vila Seoane (2014: 81), desde que las Ideas-Proyecto no lograron generar resultados apreciables, “el principal foco de acción de la FAN es la difusión de la nanotecnología”.

La línea de difusión de la FAN se complementa con una de las metas del MINCyT, explicitada en su plan *Argentina Innovadora 2020*, que señala que “En el período 2012-2020 el Ministerio busca consolidar y ampliar” aquellas “acciones de divulgación, cultura y alfabetización en CyT y de fomento de la cultura innovadora en la sociedad, incluyendo la profundización de las iniciativas aún incipientes para instalar a la CTI como un componente central de la imagen del país” (MINCyT, 2012: 47). En sintonía, el responsable del área de comunicación de la FAN comentó que en el decreto de creación de la FAN “hay algunos vestigios de lo que implica divulgar los contenidos” y que, aunque no sabe específicamente en qué momento concreto la FAN decide que “divulgar es importante”, sabe que eso estuvo presente siempre. Así “entre 2010 y 2011 fue donde se empezó a trabajar con eso” con el concurso Nanotecnólogos por un día, que:

“[...] sentó las bases de decir ‘nosotros tenemos un rol además de invertir en proyectos, que es que la gente conozca qué es la nanotecnología y que conozca que se hace en Argentina y por qué el Estado a través de lo que sea, a través del MINCyT, a través del Conicet, a través de las universidades, por qué el Estado argentino invierte” (Comunicación personal con Andrés Poleri de FAN, 27/04/2017).

El vicepresidente agregó que el área de comunicación y difusión de la FAN abarca un amplio grupo de receptores de la industria y de la sociedad como, por ejemplo, los estudiantes universitarios, los estudiantes secundarios, docentes y que también, la FAN realizó algunas acciones sobre “cámaras, sobre organismos reguladores, sobre universidades, sobre gobiernos locales, sobre gobiernos provinciales”. En sus palabras, “Todo espacio que se nos abre de un modo u otro, nosotros lo ocupamos”. Además, Venturuzzi mencionó que la FAN participa “de los eventos que generan algún tipo de hito”, refiriéndose al Nanomercosur. Por otro lado, sobre el programa “Nanotecnología para la Industria y la Sociedad”, comentó que fue “el que más ha ido perdiendo en los términos que fue planteado”. Se trató de actividades “en las cuales llamamos a un Gobierno local, una Cámara local, un grupo de industriales, una universidad regional asociada a un grupo de algún sector productivo local” y ahí “llevamos el experto que más se ajustará a la zona”. Este programa, según Venturuzzi, “anduvo bien varios años, pero ya cuando tratamos de generar una obligación de demandas concretas, de qué problemas hay que resolver, se empezó a dirimir”, aunque “hubiera sido imprescindible hacer un escalón a eso”. Añadió que en la actualidad el programa no está discontinuado, pero que ha ido modificándose. La dificultad que mencionó fue que “los científicos y los empresarios hablan idiomas distintos”, por lo cual, es “una gran tarea juntarlos y que se entiendan”(Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Venturuzzi explicó, además, que la participación de la FAN en eventos donde no se los demanda, no genera “un relacionamiento estable” y añadió que no “quieren comprometerse y nosotros tampoco somos parte del Estado”. Frente a esto, comentó que cuando desde el Estado se promueve algo “en algún punto para que eso se concrete, tiene que haber una sintonía en todas las distancias” más allá del rol de cada organismo estatal y de sus responsabilidades y entonces, en ese sentido explicó que hay “en nuestro país una falla de Estado, en términos de que, en general, cada uno se hace cargo de su responsabilidad”:

“[...] el Estado, con la Ley de Ministerios, divide de una manera artificial las problemáticas que tiene una sociedad. Que exista un Ministerio de Ambiente, Salud, de lo que sea, es una decisión administrativa. No es inmanente a la problemática a abordar [...] ninguna problemática la podés abordar con no menos de 5 o 6 ministerios [...] Si hablamos de desarrollo peor, porque hablamos de todos los ministerios [...] aún desde un instrumento de promoción paraestatal que es la FAN. Pero si el Estado no se hace cargo [...] en algún lado de esa cadena se abortan las buenas intenciones. El MINCyT no financia capital de trabajo. Y el Ministerio de Producción, en general, financia sobre su propio universo de convocatorias. Cada

uno hace sus propias convocatorias, cada uno, cada uno, cada uno [...]. Acá hay empresas incubadas que están desarrollando vacunas. Y el Ministerio de Salud, no he logrado que el director de epidemiología venga a ver las cosas que se están haciendo acá. Estas cosas no pueden pasar, pero pasan. En realidad, la coordinación entre los fondos y acciones públicas es un imperativo [...]. Nosotros sin ir más allá de lo que nos corresponde, tratamos de llenar la mayor cantidad de intersticios de esta falla estatal. Muy escuetamente. Somos una pequeña institución con una pequeña temática [...] porque son pocos los actores, no hay grandes empresas” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Como segunda línea de acción, y con un menor peso que la difusión, la FAN lanzó su “Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología” en 2011, destinado a proyectos de desarrollo de productos o procesos vinculados con la micro o la nanotecnología, que redunden en desarrollos comerciales y que fortalezcan la industria nacional (Noticiastectv, 2013). Este programa cuenta con una modalidad de presentación de “ventanilla abierta”, buscando simplificar los procesos de gestión y otorgamiento de los fondos, y tiene varias etapas. La primera etapa es el Pre-Semilla, que busca el desarrollo de un prototipo, luego en la siguiente etapa –Semilla– se espera llegar al escalado productivo del prototipo. Sobre la etapa Pre-Semilla, Lupi precisó que son “de mucho riesgo, poca plata, muy acotados en el tiempo y sin supervisión”, lo que “nos permite tener una alta tasa de fallos, casi buscada porque eso demuestra que nos estamos arriesgando. Si todo sale bien quiere decir que estamos haciendo las cosas mal porque los proyectos eran muy obvios”. Según Lupi, en esto radica la diferencia entre el “criterio de un proyecto de ciencia y técnica”, para los cuales se piden antecedentes “para estar seguros de que si les das una cantidad de plata grande a una persona que tiene muchos antecedentes, entonces vos estás cubierto”, aunque tal vez “después no le encontrás los resultados”. Para seleccionar sus proyectos, la FAN utiliza un criterio distinto. Entonces, en los proyectos se otorga “poca plata para que sea más aceptable por un cuerpo colegiado” y posteriormente “se le ven los resultados, aunque sean malos”. Esto, en palabras de Lupi, “es una herramienta para adquirir mutua confianza”, dado que la plata del proyecto es otorgada en un plazo de 60 días una vez aprobado por el Consejo de Administración y “durante ese año o año y medio, sabemos que esa persona puede acertar o errar con el proyecto, pero está queriendo llegar al resultado que se comprometió” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Entonces, adquiriendo esta confianza a través del Pre-Semilla, “uno va reemplazando los antecedentes económicos de la persona”, por lo cual cuando la misma persona pide un Semilla, que es el paso siguiente y dispone de un monto más amplio, por lo cual los fondos no los recibe “un desconocido”. Según Lupi, el Pre-Semilla no requiere una devolución, mientras que el Semilla “son fondos que se espera recuperar a través de royalties, compartiendo el riesgo, pero recuperando”. Además:

“[...] aparte hay otro truco: no los dejo mentir. El investigador con un formulario, miente. Yo lo hice y se hace. Es decir, si necesito comprar una aspiradora, pero no puedo ponerlo así, entonces pongo aparato de succión. O no se puede alquilar. Con la plata de la FAN se puede alquilar, se puede vender, lo que necesite para cumplir el proyecto. Acá escuchamos todo y después vemos qué no nos conviene y qué sirve y qué no” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Sobre el mismo programa, Venturuzzi comentó que lo que hace la FAN, “a diferencia de otros ministerios” es tratar de “cubrir lo que se llama el Valle de la Muerte”.⁵⁹ En total, desde que inició el programa financió alrededor de 54 proyectos, y a fines de 2017 podían ascender a 60, lo que le permite a la FAN “tener una cartera que nos sirve cuando nos convocan de Cancillería o de la Agencia Exportar”, “Para cualquier cosa que alguien esté pensando y nos convoca, nosotros tenemos la cartera de los 60 proyectos”. Según el vicepresidente, la realización de estos 60 proyectos no conlleva ningún vínculo formal, dado que “Ellos no están atados a nosotros bajo ningún punto”. Legalmente, “cuando nosotros damos un Pre-Semilla, la única obligación que ellos contraen con nosotros es gastar en lo que dicen que van a gastar, hacer lo que dicen que van a hacer y después discutir”, con lo cual “no queda una ligazón, más que la ligazón de la confianza mutua” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Ahora bien, la principal debilidad de este programa radica en el monto otorgado a los proyectos. En sus inicios se ofrecía una cantidad de 80.000 pesos para un plazo de trabajo de 12 meses para el Pre-Semilla, mientras que para la etapa Semilla se ofrecía 600.000 pesos (FAN, 2010: 19). Con el correr de los años el monto se fue actualizando, y en la actualidad –fines de 2017–, el monto del Pre-Semilla es de 150.000 pesos, con la posibilidad de disponer de 90.000 pesos en los 60 días iniciales. En 2013, un informe de gestión del MINCyT señalaba se habían adjudicado fondos para la financiación de 26 proyectos Pre-Semilla por 2,7 millones de pesos (MINCyT, 2013).

Sobre estas dos líneas de acción de la FAN, Trupia comentó que “no fue lo que se pensó originariamente por el grupo promotor”, cuyo objetivo “se fue perdiendo, hasta que la FAN encuentra otro rumbo que va a ser otros dos nichos”, uno de los cuales es la promoción, “creando pequeños fondos” y el “segundo gran nicho que encuentra es la comunicación, difusión y divulgación y ahí empieza a encontrar espacios a cubrir como el sector educativo formal en escuelas secundarias, el sector universitario”. Más tarde, la FAN pasa a “una tercera fase” creando la Nanofab (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).

Esta última fase mencionada, conforma la tercera línea de acción de la FAN, que hacia fines del 2010 lanzó una invitación a emprendedores en Micro y Nanotecnología para sumarse a su nuevo programa de incubación de empresas. Este programa estuvo

⁵⁹ El Valle de la muerte de un proyecto se presenta durante las primeras etapas de un emprendimiento, en el cual hay mayores gastos que ingresos.

abierto a proyectos empresariales de spin-off o a microempresas fundadas *ad hoc* desde una PyME ya existente para desarrollar un producto o servicio innovador, poniendo a disposición de los proponentes las plantas piloto de escalado pre-productivo (FAN, 2010: 18-19). La puesta en marcha del programa estuvo relacionada a la construcción de un edificio con instalaciones propias para la FAN. El edificio, de 1600 metros cuadrados, se ubica en un predio cedido por la UNSAM y cuenta con espacios para la incubación de empresas, espacios de trabajo para tesis, doctorandos y tecnólogos, laboratorios equipados para ofrecer servicios a empresas e investigadores (FAN, 2012: 14). La iniciativa posteriormente se denominó “Laboratorio Nanofab”. La Nanofab cuenta con salas limpias para incubación empresarial, laboratorios de caracterización de nanomateriales y demás dependencias con servicios integrados y opcionales (Toledo, 2013: 28), cumpliendo una doble función, como plataforma tecnológica de servicios, por un lado, y por el otro ofreciendo espacios para la incubación de empresas. Según el sitio web de la FAN, a través de la Nanofab, la FAN forma parte de la Red Nacional de Incubadoras de la Secretaría de Emprendedores de la Pequeña y Mediana Empresa del Ministerio de la Producción.

Sobre los orígenes del laboratorio Nanofab y el criterio bajo el cual fue creada, el presidente de la FAN apeló a su vínculo con la tradición de servicios a la industria del INTI y a la necesidad de optimizar la compra de equipamiento, especialmente porque se observaba que varios grupos pedían los mismos equipos. Para Lupi, la solución “a eso era que algunos equipos estén a disposición de todos, cobrándole los gastos operativos”, y su intención era que la FAN “llegara a ser una unidad ejecutora” –que en realidad fue creada como unidad promotora- porque “me parece que en realidad ayudar se ayuda dándoles fondos, como hace la Agencia, pero también dándoles facilidades, dándoles algunas cosas que van a utilizar temporariamente y que uno podría rehusar”. Otro punto sensible que detectaron desde la FAN era la demanda de un lugar para comenzar a trabajar. Entonces, “ya que hacíamos el edificio de la FAN, hagamos un lugar con espacio para que cuando el candidato venía con una iniciativa que necesitaba espacio, tengamos también espacio para darle”. Así, empezó a surgir la Nanofab y fue equipada con “con equipos que nos pedían mucho”. Estos equipos “están en la frontera entre lo tecnológico puro y lo medianamente científico” y no hay “cosas realmente científicas”. Así, con la Nanofab “estamos tratando de cobrar los servicios operativos” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017). Y sobre el espacio de incubación a empresas, sostuvo el mismo entrevistado:

“Nosotros no estamos en la ciencia, sino que estamos en la salida de la ciencia. De un lado tenemos el comercio, el mercado, la sociedad y del otro lado tenemos el sistema científico [...] la teoría para la cual nos puso Dios en el mundo es para que agarremos a los científicos y puedan llegar al mercado. Entonces, ya de entrada se pensó en dónde iban a hacer algo y dónde lo iban a vender. Por lo tanto, hay

oficinas comerciales. El espíritu siempre fue que lleguen lo más profundo al mercado [...]” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

En cuanto al pago de los gastos de alquiler del espacio “cada caso es especial”, según el presidente. Debido a que el espacio donde se ubica la FAN no fue habilitado por la ANMAT, en la FAN hay empresas que “han hecho cosas, pero no pueden producir porque sería ilegal”. En el caso de la incubadora, “tenemos un cálculo que es casi el mismo que definimos por ahora para el equipamiento del Nanofab: que paguen sus gastos”, pero eso se da en algunos casos “porque si la persona todavía está en picada, no nacimos para meter a alguien preso por eso” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Actualmente, la FAN posee cuatro áreas. Una de estas es el área administrativa, el área de comunicación, el área de innovación y promoción de proyectos y el laboratorio Nanofab. Además, la FAN es una Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT), que brinda asistencia a la formulación de proyectos y a la vinculación entre instituciones de ciencia y tecnología y el sector privado, aportando así su estructura jurídica para facilitar la gestión, organización y el gerenciamiento de los proyectos.

3.6. Empresas incubadas en la FAN

Desde 2016, la FAN forma parte del programa de la Red Nacional de Incubadoras (INCUBAR) del Ministerio de Producción. Al cierre de la investigación para este capítulo – mediados de 2018– la FAN se encontraba incubando seis empresas de base tecnológica.

La primera empresa en ser incubada en el edificio de la FAN fue Chemtest Argentina S.A., creada a raíz de uno de los proyectos pertenecientes a los Fondos Sectoriales de Nanotecnología financiados por la ANPCyT, en que estuvieron involucrados investigadores de la UNSAM y la empresa Biochemiq. Chemtest nace formalmente en 2013 a raíz de otro proyecto FONARSEC, esta vez de la línea Empretecno. Este startup está enfocado en el desarrollo, producción y comercialización de tests de diagnóstico, que combinan bio y nanotecnología, para enfermedades infecciosas en dos formatos: la plataforma de Elisa y las tiras reactivas de flujo lateral. Entre las enfermedades que detecta están el mal de Chagas, la brucelosis y el Síndrome Urémico Hemolítico.

Diego Comerci, un investigador involucrado en la creación de Chemtest explicó que las moléculas desarrolladas en el marco de uno de los ocho proyectos del Fondo Sectorial de Nanotecnología de 2010, serían usadas “para diagnóstico de enfermedades, veterinarias o humanas” en dos plataformas: la plataforma Elisa y “en una plataforma portátil, simple, Evatest, reactiva, inmuno-cromatográfica, que también usa nanotecnología, porque esos anticuerpos y antígenos que desarrollamos teníamos que acoplarlos a nanopartículas de oro o de látex o coloreadas de celulosa”. Con el equipo

previamente formado a raíz del FONARSEC, empezaron a trabajar “fusionando la tecnología de lo que aprendimos nosotros con la inmuno-cromatografía de moléculas biológicas acopladas a nanopartículas para nuestro sistema de diagnóstico en tira con algo que se desarrolló en Chemtest, que es microelectrodos en tinta”. Commerci resaltó que “Eso es lo que se está haciendo en Europa en la frontera, en Alemania” (Comunicación personal con Diego Commerci de UNSAM, 13/07/2017).

Sobre la incubación de Chemtest en la FAN, Commerci explicó que cuando “teníamos la tecnología desarrollada”, en ese momento, la posibilidad que se les presentó para conseguir un lugar para el desarrollo de los prototipos y su validación era en el Parque Industrial de Mercedes que, sin embargo, resultaba inadecuado por la distancia con su instituto y el INTI. Entonces se concretó la instalación de Chemtest en la incubadora de la FAN, instalada en el campus de la UNSAM, a menos de trescientos metros del instituto donde trabaja Commerci. El entrevistado agregó que tuvieron un “apoyo enorme” y que “no sólo nos dieron espacio, que era central”, sino que también “nos permitieron acceder a un proyecto que ellos tenían financiado con la Comunidad Europea, el Nanopymes” en el que se presentó Biochemiq. Así, financiaron “gran parte de la infraestructura”. Actualmente, desde la FAN los ayudan “en lo que es promover las actividades de Chemtest, buscar clientes y proveedores” (Comunicación personal con Diego Commerci de UNSAM, 13/07/2017).

Otra empresa incubada en la FAN es Argentum Texne, una empresa de base tecnológica que nace en 2014, fruto de los esfuerzos de un grupo de investigadores de la CNEA, la UNSAM y una empresa privada, Bell Export. Su laboratorio se encuentra en el edificio de la FAN, donde la empresa incubada diseña, desarrolla y fabrica sistemas de olfatometría, que pueden ser utilizados para control de calidad y desarrollo de industria alimenticia y cosmética, diagnóstico médico, monitoreo del medio ambiente, seguridad y toxicología, detección de narcóticos, sistemas de acondicionamiento de aire, entre otros usos; nanomateriales para sensores detectores de contaminantes en oxígeno; sistemas de separación de sólidos; líquidos y gases; válvulas de alta seguridad e instrumentos de medición de gas nitrógeno y oxígeno para el área de la medicina y la industria farmacéutica y alimenticia (Argentum Texne, 2018). Sobre la incubación de Argentum Texne en la Nanofab, el presidente de la FAN reflexionó: “es una cosa que les está costando, porque si bien tuvo aplicaciones interesantes, no sé si falló técnicamente o qué, o el marketing, pero hay aplicaciones muy interesantes que han hecho” aunque “no encuentran el modelo de comercio”. Añadió que por esta cuestión “estoy por echarlos de acá de la incubación”, y que por el momento “no lo hicimos porque esperamos que la cosa funcione, pero hay que ayudarlos a encontrar el modelo de negocios” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Por su parte, Inmunova es una empresa biotecnológica dedicada a la investigación, diseño y desarrollo de vacunas, anticuerpos e inmunógenos, orientados hacia la salud humana y sanidad animal que se encuentra incubada en la FAN. Diseña vacunas recombinantes y nanoanticuerpos terapéuticos innovadores, y a través de lo que se conoce como ingeniería en proteínas y anticuerpos, sus desarrollos están basados en una plataforma propia y patentada denominada Inmuno MultiCarrier (IMC) y en la tecnología de nanoanticuerpos (VHH). Por ejemplo, desarrollaron el primer tratamiento en Argentina con tecnología IMC para prevenir el Síndrome Urémico Hemolítico. Mediante este tratamiento, el suero anti toxina, desarrollado por Inmunova, bloquea la toxina e impide que se desarrolle la enfermedad. Por otro lado, Inmunova también presta servicios de caracterización y control de calidad de proteínas recombinantes y anticuerpos para la industria y laboratorios académicos. Posee proyectos de investigación que incluyen nuevas terapias de inmunomodulación en cáncer y una vacuna contra la aftosa, entre otros. Asimismo, cuenta con distintas tecnologías que fueron desarrolladas en colaboración con CONICET, las cuales están protegidas en Argentina, México, Brasil, Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, Francia, España, China, y la India, entre otros (Inmunova, 2018).

Esta empresa fue creada en el 2009 como un desprendimiento de la Fundación Instituto Leloir, por iniciativa de un grupo de científicos. Desde mediados de 2016, la empresa se encuentra incubada en la FAN y cuenta con 15 empleados aproximadamente. Anteriormente estuvo incubada en Inis Biotech, que es el representante exclusivo para la comercialización e industrialización de las invenciones, descubrimientos y desarrollos logrados en la Fundación Instituto Leloir. Su director y uno de los socios fundadores, el doctor Linus Spatz, explicó que Inmunova surgió como una startup de la Fundación Leloir. Allí, Fernando Goldbaum “trabajaba en nanoanticuerpos”, que son “anticuerpos medio particulares de camélidos”. Al armar Inmunova “empezamos a trabajar con esa línea de nanoanticuerpos para diagnósticos y para terapéuticos”. Durante varios años Inmunova estuvo incubada en la Fundación Leloir, dentro de Inis Biotech, pero al crecer no les quedó espacio y se mudaron a la FAN: “No estamos técnicamente incubados, nuestro laboratorio está abajo y pagamos alquiler”. Inmunova factura, “pero todavía no gana plata. Vivimos en parte de aportes de los accionistas e inversores en general”. En palabras de Spatz, “Nosotros vendemos cosas, pero no es algo que la gente puede comprar, que esté al público disponible”. Por ejemplo, “un contrato de licencias con una empresa en el cual vos licencias una parte de la tecnología para una aplicación, para nosotros es una comercialización. Ingresa plata, tenemos varios contratos con empresas del sector veterinario, por ejemplo, para producir ciertas vacunas”, aunque la producción queda a cargo de estas empresas. Así, el producto es “el conocimiento, la patente, la licencia porque eso da ingresos a través de los royalties por la venta de cada producto”

(Comunicación personal con Linus Spatz de Inmunova, 3/08/2017). Y sobre la relación de la empresa con la nanotecnología, Spatz explicó que “Nosotros tenemos la parte biológica de cosas que usan después nanotecnología” (Comunicación personal con Linus Spatz de Inmunova, 3/08/2017).

Otra empresa incubada es Mabb, empresa de bioingeniería que diseña y fabrica implantes dentales empleando materiales cerámicos nanoestructurados por medio de la tecnología de Moldeo de Cerámicas por Inyección (CIM), técnica que permite producir piezas con geometrías similares a las disponibles en plástico, pero aprovechando las virtudes inertes y de resistencia de los materiales nanocerámicos. Las ventajas de esta tecnología CIM, frente al anterior proceso de fabricación de piezas cerámicas por Prensado en Seco es que evita el proceso intermedio de mecanización –que sí requiere el proceso por prensado en seco–, bajando los costos de producción y evitando material de descarte, aportando al cuidado del medio ambiente. El biomaterial que utiliza Mabb para la fabricación de implantes dentales es la zirconia yttria –material cerámico que se caracteriza por tener una gran dureza, una alta resistencia a la tracción y buena biocompatibilidad–, que paulatinamente complementa o reemplaza el uso del titanio en cada vez más aplicaciones quirúrgicas debido a sus ventajas intrínsecas, como el aspecto estético –por su blancura y tramitancia de la luz– y aspectos de salud –no libera iones en el medio fisiológico– (Mabb, 2018). La obtención de cristales de un tamaño de grano de 100 nanómetros sumó nuevas propiedades a este biomaterial, como una mayor densidad y tenacidad que evitan fracturas y deformaciones.

Mabb se funda como empresa en el 2006 con la idea de emplear este material para el desarrollo de piezas de implantología dental, principalmente la producción de pilares que reemplazarían a los convencionales hechos de titanio, con un proyecto Pre-Semilla de por medio. Desde 2016, Mabb se encuentra incubada en la FAN, donde cuenta con un sistema de producción CIM. Alrededor de siete personas trabajan en la empresa. El aporte principal que tuvo la empresa en cuanto a adquisición de equipamiento fue un proyecto financiado por la ANPCyT, en su línea Empretecno 2011. Desde la Gerencia de Producción de la empresa un entrevistado refirió que, los fundadores de Mabb “se asociaron con productores nacionales que fabrican implantes de titanio y que quieren empezar a incorporar cerámica, zirconia, y empezaron a proveerles a estos fabricantes”, lo que fue una “decisión de carácter de gestión comercial y económica, que fue no competir contra ellos, sino asociarse y darles la posibilidad de incorporarlo a sus productos”. En cuanto a la llegada de Mabb al mercado, el entrevistado precisó que “Comercialmente se está arrancando, no se factura mucho, pero se factura” y que al tener el “I+D+i, al estar en este entorno, a veces pareciera que estamos más enfocados en eso que en producir”. En este caso, “Desde la génesis, la I+D+i es muy importante” e “incluso la producción es casi una excusa”, porque a los socios fundadores “les interesa vender más el capital intelectual.

Es decir, si el día de mañana alguien quiere producir zirconia yttria moldeado por una inyección, a ellos les interesa vender más el proceso llave en mano”. Es decir, “vamos e instalamos la unidad productiva, capacitamos, transferimos todo el conocimiento, más que producir. Tomaron la decisión de producir para demostrar de alguna manera que dominan el proceso” (Comunicación personal con Bernardo Villares Had de Mabb, 7/06/2017).

La quinta empresa en ser incubada, desde 2017, fue Dynami, que diseña y produce baterías de litio ultradelgadas y personalizadas (Dynami, 2018). Sergio Baron, ingeniero electrónico y fundador de Dynami, durante una conferencia en el Nanomercosur 2017, comentó que Argentina se está convirtiendo en el proveedor número uno de litio y “crece el mercado de baterías ultradelgadas”. Según Baron, Dynami posee “un profundo acceso a la red científico-técnica en litio en Argentina”, además de “un equipo que está muy bien formado en tecnología de litio”:

“Nosotros somos una empresa que hace desarrollos tecnológicos de baterías de litio, pero no las fabricamos. Nosotros tenemos un conjunto de soluciones, de baterías, esto es tecnología y prototipos, y estos prototipos se los proveemos a nuestros clientes en forma de cosas físicas y de propiedad intelectual, tenemos un servicio de ingeniería para adaptarlo a sus productos y el cliente le vende al consumidor final [...]. Nuestro producto, la batería ultradelgada de Dynami, está embebida dentro del producto del cliente [...]”(Conferencia de Sergio Barón de Dynami en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

El fundador de Dynami explicó la relación que tiene la empresa con la nanotecnología, al sostener que “la nanotecnología es muy útil para la batería, porque cuando vamos a la escala nano hay una muy buena relación entre superficie específica de un material versus el volumen”. Entonces, con el mismo volumen de un material “si tenemos material nanoestructurado, tenemos mayor superficie” y en la superficie “donde se insertan los iones de litio”, por lo cual: “si tenemos mayor superficie, tenemos más lugar donde los iones de litio se pueden insertar”, lo que “mejora la capacidad dinámica”. Finalmente, agregó que Dynami “hace menos de un año que estamos trabajando. Hicimos todo esto en muy poco tiempo a través de un convenio y un apoyo muy fuerte de la FAN, que está asociada con Y-TEC y todos juntos hacemos este desarrollo tecnológico” (Conferencia de Sergio Barón de Dynami en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

Finalmente, Panarum es una empresa especializada en nanotecnología farmacéutica, pero también cosmética, veterinaria y afines, que desarrolla y comercializa medicamentos y productos nanofarmacéuticos a medida, desde la formulación, hasta la fabricación a escala, a través de la encapsulación y liberación controlada de ingredientes activos (Panarum, 2018).

3.7. Reflexiones sobre los objetivos de la FAN, debilidades y fortalezas

Como vimos, la FAN fue creada para promover la nanotecnología en el país, aumentando la competitividad y las exportaciones en torno a la incorporación de nanotecnología a productos, servicios o procesos. No obstante, a pesar de sus iniciativas de financiación de proyectos de pequeña envergadura, a través del programa de inversión en emprendimientos nanotecnológicos, en sus etapas Pre-Semilla y Semilla y la Nanofab, la línea de acción más consolidada de la FAN es la divulgación. En numerosas entrevistas que se realizaron para esta tesis, la mayoría de los entrevistados manifestó estar muy agradecidos con el trabajo de difusión y divulgación que la FAN realiza.

Por ejemplo, Trupia manifestó que la ANPCyT empezó a financiar instrumentos de promoción a la NyN, destacando el PAE, el FONARSEC y el Empretecno y agregó que en el plan *Argentina Innovadora 2020* “la nanotecnología figura como una de las tres plataformas de propósito general estratégica que corta los otros sectores económicos”. Entonces, “en ese contexto, la FAN ocupa un lugar más que nada de comunicación, de articulación entre grupos” (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016). Por su parte, Salvarezza se refirió a la FAN como una institución “muy importante” para “canalizar toda la difusión y visibilidad de la nanotecnología que se realiza en el país” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017), mientras que otro investigador, perteneciente a la UBA, refirió haber sido llamado algunas veces “para dar charlas” en una modalidad de “difusión y ver si se generan links para desarrollar algo”. Sin embargo, agregó que “no hay mucha relación con la Fundación en sí” y reflexionó acerca de las funciones de la FAN, sosteniendo que “La difusión está bien, pero creo que hay que apoyarla para generar cosas más que la difusión en sí misma”, agregando que si la FAN no financia proyectos más grandes “es porque no tiene los fondos”. Sobre este punto añadió que “Una vuelta me dijeron que podían colaborar con 10.000 pesos, ¿y qué hago con 10.000 pesos? No quiero gastar plata que no sirve. Yo lo que necesito son 100 mil dólares para comprar un equipo o 500 mil dólares para comprar otro equipo. Ese nivel de costos” y que “Esas cosas son las que tienen que estar disponibles” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Desde el sector productivo también se identificó a la FAN como difusora de la nanotecnología. Por ejemplo, desde la empresa Nanotek su gerente general manifestó que, cuando la FAN “cambió su perfil, pasó a ser difusor y generar conocimiento en la sociedad sobre las nuevas tecnologías”. Nanotek es una empresa que mantiene vínculos con la FAN desde los orígenes de esta: “Muchos años en el stand de la FAN, en Tecnópolis, eran solo productos nuestros, pero porque no había otros. De alguna manera teníamos que sostener la estructura, así que nosotros hacíamos el esfuerzo y los apoyamos”. Posteriormente, luego del cambio de gestión en la FAN, “con una nueva estructura”, empezaron a “financiar a pequeños proyectos Pre-Semilla o Semilla, muy básicos”. Sin embargo, el entrevistado agregó que Nanotek recibió el subsidio Pre-Semilla,

pero que “80.000 pesos en ese año no eran nada, 8000 mil dólares a 10 pesos el dólar. Nada [...]. No nos alcanzó ni para pagar al electricista que nos puso las bombas, pero por lo menos nos dio una ayuda”. Como opinión personal, el entrevistado agregó que cree que la FAN ayudó mucho respecto de los miedos de la sociedad frente a nuevas tecnologías y que en eso “se ha mejorado mucho”, aunque no sabe “con cuanta potencia” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017). Desde otra empresa, Laring –que desarrolla y comercializa productos químicos especialmente para la industria de tratamiento de superficies– manifestaron tener una relación con la FAN “desde hace mucho tiempo”, aunque esta relación nunca fue “formal” hasta que Laring obtuvo un subsidio Pre-Semilla, que “es casi una excusa, no lo necesito” dado que es “una manera de formalizar una relación”. Entonces, cuando desde la FAN organizan los eventos de difusión “me invitan a dar charlas” porque “soy alguien en nanotecnología, juego un papel”. Esto es “según las caras de las empresas” (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Podemos extraer varias reflexiones de estos fragmentos. Así, en mayor medida el rol de la FAN se encuentra en la divulgación –incluso un entrevistado mencionó haber recibido un Pre-Semilla buscando formalizar su relación con la FAN y, de esta forma, asistir a sus eventos de divulgación–, y en menor medida, los entrevistados mencionaron los Pre-Semilla, aunque añadiendo que su magnitud monetaria es muy limitada. En este sentido, identificaron a la ANPCyT como organismo financiador de proyectos.

Con todo, una menor cantidad de entrevistados identificaron a la FAN como promotora de proyectos vinculados a la nanotecnología. En particular, Javier Amalvy, que a su vez es miembro del Consejo de Administración de la FAN, opinó que la línea más fuerte de la FAN es el financiamiento de emprendimientos. Según este entrevistado, la FAN financia aquellos proyectos que “se encuentran muy cerca de la implementación industrial a nivel del mercado” y no financia los proyectos de investigación básica. Asimismo, según Amalvy, la Fundación hoy está “muy bien asentada en el sentido de que es vista como una referencia en lo que es financiamiento de emprendimientos” y además “con mucho éxito” dada “la celeridad con la que nos manejamos, en el sentido de que en el momento en que uno evalúa un proyecto Pre-Semilla, el emprendedor, la empresa dispone inmediatamente del fondo para poder empezar a trabajar”. En este sentido, el entrevistado destacó que la FAN se diferencia de organismos como la ANPCyT y CONICET, en los cuales “todos los proyectos llevan un año de evaluación más el tiempo de adjudicación y desembolso”, por lo que “se va, más o menos, un año y medio entre que uno presenta un proyecto y hasta que lo puede ejecutar o más también”. El mismo entrevistado, en referencia a las acciones de la FAN en difusión y divulgación, sostuvo que en lo que respecta a la difusión en nanotecnología “hoy por hoy a la FAN se la está tomando como una referencia”. Yendo más lejos, comentó que “Si uno necesita algo de nanotecnología la

FAN es un lugar de referencia para financiamiento, difusión, contactos” y que él recibe “continuamente a través de la gente de la FAN requerimientos de desarrollo de productos nanotecnológicos”. Sin embargo, el rol de la FAN no se restringe al financiamiento de proyectos y a la difusión, sino que la Fundación participa en todo nicho que se le abre, como, por ejemplo, a través de la participación en la elaboración de “documentos técnicos” en NyN “en cómo debería una empresa proteger a sus empleados para trabajar con nanomateriales”. En palabras de Amalvy, “la FAN está ocupando muchos lugares hoy en día”, pero según su opinión, “el fuerte de la FAN es la parte de financiamiento, los proyectos Pre-Semilla y Semilla”, de los cuales mencionó que hubo “varios casos de éxitos ya”(Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).

Otro entrevistado, perteneciente al CITES,⁶⁰ destacó la línea Pre-Semilla, al sostener que para él como emprendedor fue “un aporte muy interesante”, aunque agregó que una deficiencia del programa se encuentra en la falta de interacción de la Fundación con el sector productivo. En sus palabras: “yo no sentí un mentoreo de negocios y creo que la dinámica de la FAN en sí no lo potencia”, a su parecer porque “hablan otro lenguaje. Vienen de la ciencia. No están apoyados por una industria, por una empresa. Difícilmente puedas hablar el lenguaje que tengas que enseñarle a hablar”. Además, agregó que a la FAN “le vendría bien revisar relacionamientos con otras empresas y aprender del sector privado”, desarrollando “ese lenguaje” y creando “una Fundación de vanguardia, que se dedique a apoyar y desarrollar la nanotecnología, sobre todo, más que la nanociencia”. Explicó, además que desde CITES existe una relación con la FAN, aunque es muy liviana porque “hay una cuestión de lenguaje que distancia” y que, a su parecer, la Fundación quiere fomentar la nanotecnología en el sector productivo, “pero a medias”. Es decir, “Hacia afuera lo quieren fomentar, pero después en los hechos no está claro” (Comunicación personal con Nicolás Tognalli de CITES, 26/07/2017).

Desde otra perspectiva, la ex coordinadora de la FAN opinó que el MINCyT no le dio a la FAN el espacio y el apoyo que necesitaba:

“Yo imaginé un Ministerio de Ciencia distinto al que fue [...]. La Fundación en el ministerio no tuvo todo el avance que yo creí que iba a tener en Argentina. [...] Creo que el verdadero ministerio siempre fue la Agencia. El ministerio nunca funcionó como tal, la Agencia manejó. En el ministerio [la FAN] nunca llegó a tener presupuesto. El gobierno apostó mucho a ese ministerio [...]. Realmente se perdió una oportunidad histórica ahí porque había recursos, había decisión política, y porque si eso no lo instalás, como a la FAN, es muy difícil[...]. Lo que pasa es que es difícil hacer políticas si vos no crees en esos valores. En gestión, los organismos que mejor funcionan son aquellos que conforman equipos con valores compartidos. En el ministerio nadie quería mover nada” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

⁶⁰ El CITES (Centro de Innovación Tecnológica, Empresarial y Social) es una incubadora tecnológica que pertenece al Grupo Sancor Seguros y que apoya la creación de empresas de base tecnológica en Argentina, ubicada en la provincia de Santa Fe. Para más información ver: <http://cites-gss.com/> (Consultado el 18/07/2018).

Ahora bien, desde la FAN, tanto su presidente como su vicepresidente, declararon que el objetivo de la FAN nunca cambió y que sigue siendo el mismo que estableció el Decreto 380/2005. El vicepresidente declaró que “El objetivo de la FAN lo marca el Estatuto” y que “todas las opciones que puedas ver del objetivo es el peso que cada uno le da, pero está todo dentro del Estatuto” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017). En la misma dirección, En palabras de Lupi, el objetivo inicial “sigue siendo el mismo” y de este, algunas líneas se acentuaron mientras que otras se desacentuaron, “pero básicamente se cumplen todos”, que son “difundir la nanotecnología en la sociedad y en la industria, aumentar la competitividad a través de la nanotecnología y favorecer el comercio interno y externo en torno a este negocio”:

“[...] esos tres eran los esenciales y son los que fueron escritos desde el principio por los padres fundadores [...] la Fundación no está para cambiar el PBI nacional, sino en difundir la nanotecnología y que se empiece a usar. No nos han dado ni la misión ni los fondos como para hacer eso. Los fondos totales que tenía la Fundación eran muy pocos, comparados con otro cualquiera de la Agencia. Si la Agencia en una línea abre 240 millones, entonces eso también es un criterio. ¿Cómo podíamos actuar nosotros como organismo de promoción cuando en total teníamos 10 millones y la Agencia hablaba de 250 o 15 millones de dólares? Obviamente, el impacto era muy bajo [...]. Por esto es que fuimos cambiando la orientación y ahí entramos en lo que son los Pre-Semilla, Semilla, incubación, laboratorios, todo” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

En otra entrevista, el presidente de la FAN declaraba: “Nuestra misión estaría cumplida si logramos dejar algunos casos paradigmáticos que demuestren que la nanotecnología es negocio o que es conveniente en algún aspecto que beneficie a la sociedad argentina” (Luna, 2015). En este fragmento no figura el argumento de la mejora de la competitividad económica, sino que se hace mención a la generación de casos testigos de éxito comercial y económico en el sector productivo en torno a la nanotecnología, algo más cercano a lo que realiza la FAN con los proyectos Pre-Semilla y Semilla.

En cuanto a las fortalezas de la FAN, Lupi destacó su operatividad, que se corresponde con la del ámbito privado, remarcando que “el hecho de que la FAN es del ámbito privado” es “una enorme ventaja” y que, si bien “el que nombra el Consejo de Administración incluyéndome a mí, es el ministro, a partir de ese momento es del ámbito privado la operación”. En otras palabras, “no habría dependencia directa del Estado hasta tal punto que no tiene presupuesto. La FAN no figura con presupuesto de la Nación”. Dado que la Fundación no figura en el presupuesto estatal, lo que hace para tener fondos es pedir un subsidio al MINCyT, el cual “nos lo da o no nos lo da”. Desde la FAN se presenta “un plan de trabajo con ciertos gastos y el Ministerio decide si nos da esa plata o no”. Sin embargo, según el presidente de la FAN, esto es un “punto a favor” porque “hemos tenido pleno apoyo del MINCyT” y “nos han apoyado en todo lo que se pudo”, agregando que “Ni

siquiera puedo decir que hubo un límite en el presupuesto, siempre nos han apoyado, no tuvimos problema la verdad". Según Lupi, por esta cuestión "los que están acá no son empleados públicos" y "se rigen por la ley de contrato privado", por lo cual "si no llegan los fondos, quedan en la calle", sin que los ampare ninguna ley del Estado. Otra ventaja que destacó Lupi es el "grupo de gente joven muy capaz, con muchas ganas". Además de esa ventaja, el presidente destacó que la nanotecnología es un tema "desafiante", que "se ha mantenido en el candelero más tiempo del que uno piensa". Sobre este punto, agregó que las acciones que se llevaron por parte de la FAN son muy reconfortantes porque "la gente lo reconoce". Asimismo, sobre la difusión comentó que desde la Fundación se detectó que "el difundir estas cosas casi desde el primario tiene un efecto social muy bueno" porque, al empezar a instalar el tema desde "muy chico", "la sociedad lo reconoce como algo importante y lo apoya" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Por su parte, el vicepresidente destacó como puntos fuertes de la FAN "su alta flexibilidad" y "su actitud absolutamente abierta". En cambio, como limitantes, remarcó que se trata de una institución chica y que "son alrededor de 15 o 16 personas que trabajan acá", sumándose a los empleados fijos, los investigadores y empresarios que colaboran con la FAN en sus distintas líneas de acción y lo hacen más o menos dependiendo de "la época del año y el momento de su vida" porque "todo esto es ad honorem". En la misma dirección, aunque dijo no estar seguro de si es una debilidad, mencionó que, si bien "la gente está muy dispuesta a colaborar en las actividades del otro, eso también hace que en algún punto se puedan solapar un poco". Por ejemplo, explicó que en la organización del Nanomercosur colaboran todos los empleados y en esos casos, queda demostrado que "son pocos" y que ser pocos es una debilidad. Así, "cuando hay que diseñar algo para llevarlo a un lado, hay alguien que lo hace, pero hay uno", por lo que, "Cada vez que nos embarcamos en algo muy grande nos topamos con eso, de darnos cuenta de que somos pocos". Venturuzzi reflexionó que se trata de una "debilidad" porque "todo depende de una, o dos, personas a lo sumo" y añadió que, "estamos sin red en términos de las actividades", existiendo "una fragilidad en términos de las posibilidades de acciones". Otra debilidad que destacó Venturuzzi es que nunca se tiene un presupuesto o un "financiamiento a largo plazo" garantizado porque "dependés de los subsidios que te da el Ministerio para funcionar, y los que vos salís a conseguir". Dado que la FAN no figura en el presupuesto nacional en calidad de institución pública, "la sostenibilidad en el largo plazo la tenés que ir generando en el corto plazo" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

En la misma línea, el presidente de la Fundación destacó sus debilidades al sostener que "uno siempre es pequeño para lo que podría ser el impacto" y que "uno esperaría más resultados de los que se obtienen", aunque "hay cierto tiempo de evolución, no todo depende de nosotros". Sobre este punto, comentó que el mercado nacional no requiere a

la nanotecnología como un proceso “diferenciador” y que, para eso, “habría que trabajarlo”, aunque ello requeriría “un presupuesto mayor”. En otras palabras, explicó que hay que buscar “cómo llegar a la sociedad en un tema particularmente escabroso que no se ve, no se nota a veces y no es que traiga beneficios económicos inmediatos”. Por otro lado, siguiendo con las debilidades, comentó que la FAN tiene “algunas dificultades de crecimiento”, que se encuentran construyendo un piso adicional, pero que “al ser privados, nos cuesta poner gente” y el mantenimiento de la incubadora “lleva bastante más esfuerzo que lo que uno está acostumbrado” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Más allá de algunas diferencias, tanto el presidente como el vicepresidente, coincidieron en que las ventajas de la FAN son su operatividad y flexibilidad, que se apoya en su accionar en el ámbito privado, además del grupo de empleados que, según los entrevistados, se trata de un grupo eficiente en sus tareas, mientras que las debilidades más destacables fueron la falta de un presupuesto de largo plazo y el hecho de contar con pocos empleados.

3.8. A modo de síntesis

En este capítulo presentamos una caracterización de la trayectoria de una organización creada para generar impactos apreciables en la competitividad económica nacional a través de la nanotecnología, la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Esta trayectoria se puede analizar en tres etapas cronológicas diferenciadas: (i) objetivos iniciales (2005-2007); (ii) reformulación de objetivos (2007-2011); (iii) incorporación de promoción e incubación (2011-actualidad).

La FAN fue creada a través de un decreto presidencial en 2005, proponiéndose como misión la mejora de la competitividad nacional a través de objetivos como la construcción de laboratorios limpios, el entrenamiento de recursos humanos, el asesoramiento a instituciones públicas y privadas sobre el desarrollo de la micro y nanotecnología y el desarrollo de mercados para la inserción de la industria nacional de micro y nanotecnología. Así, la FAN no sólo promueve la nanotecnología, sino que también incorpora la promoción a la microtecnología. En sus primeros años de funcionamiento, la FAN estuvo bajo la dependencia del Ministerio de Economía. La justificación fue explicada por el entonces secretario de Política Económica del Ministerio de Economía, Oscar Tangelson, quien relató que, desde el Estado nacional se impulsó una estrategia que buscó modificar la inserción del país en el comercio mundial a través de varias tecnologías, el software, la energía atómica, la biotecnología y la nanotecnología. Mientras que existían capacidades científicas, tecnológicas y productivas para el sector de energía atómica, biotecnología y el software, desarrollar la nanotecnología en Argentina implicaba

el desarrollo de capacidades altamente tecnológicas desde cero. Sin embargo, en el caso de la nanotecnología, el entrevistado refirió que existía una “masa de investigación importante en el país”. Si bien, podemos decir que existía en Argentina un grupo de investigadores involucrados en temáticas de NyN antes de las políticas, no se puede afirmar que hayan existido indicios de capacidades tecnológicas y productivas en ésta área tecnológica a fines de la década de 1990 y principios de la siguiente. El argumento de promoción a la nanotecnología, según Tangelson, fue que ésta había sido percibida como una de las tecnologías que iban a ayudar a mejorar el patrón de competitividad y la productividad argentina. Sin embargo, creada la FAN, luego de la renuncia de Lavagna como ministro de Economía, en este ministerio “no sabían qué hacer” con la FAN y la nueva ministra, Miceli, nombra a una coordinadora para la FAN.

En este contexto, la convocatoria de Ideas-Proyectos fue la primera iniciativa que la FAN impulsó buscando financiar proyectos en nanotecnología, con una fuerte orientación a la innovación productiva. De estos proyectos, el Estado financiaría entre el 50% y el 80% del costo y la contraparte debía hacerse cargo de la inversión correspondiente. No obstante, solo un proyecto logró avanzar y recibir financiamiento, a pesar de haberse presentado 20 iniciativas. El Consejo de Administración y el Consejo Asesor de la FAN, compuestos por investigadores pertenecientes a las instituciones científicas del país como el CONICET, CNEA, UBA, INTI, INTA, CONAE e INVAP, se encargaron de determinar la aprobación de este proyecto. Que sólo fuera aprobado un solo proyecto se explicó por el hecho de que las instituciones representadas en los Consejos habían presentado sus propias iniciativas en la convocatoria y todas buscaban “hacerse del dinero de la FAN”. Además, era necesario involucrar empresas –que los mismos miembros del Consejo Asesor admitían que no existían–, dado que el proyecto debía finalizar con un producto a comercializar en el mercado nacional o internacional o un plan de negocios que muestre la factibilidad de esa comercialización y/o cuya patente tuviera la explotación comercial asegurada. La inexistencia de empresas involucradas con nanotecnología en aquellos años complicó la financiación de los proyectos y, desde las pocas empresas que se presentaron, explicaron que, al no existir un mercado de nanotecnología, les resultaría imposible devolver la inversión a la FAN, que esperaba recuperar la inversión realizada a través de las regalías de las empresas, contribuyendo a autofinanciarse. Como resultado, a la convocatoria se presentaron mayoritariamente proyectos que no tenían el potencial de ser productivos, mientras que desde la FAN se esperaba financiar proyectos que tuvieran un resultado concreto, patentable y capaz de generar un retorno financiero, buscando diferenciarse de esta forma de la ANPCyT y CONICET, que financian ciencia básica. El actual presidente de la FAN, Daniel Lupi, explicó que la deficiencia de las Ideas-Proyecto fue que, dado que cada proyecto podía recibir el monto máximo de 2 millones de dólares, terminaban siendo proyectos de “alto nivel científico” y se buscaban antecedentes, pero

simultáneamente, según las bases de la convocatoria, también debían ser proyectos originales, lo que terminaba siendo una contradicción. Además, los empresarios tenían que conocer el mercado que, según ellos, no existía. En simultáneo, la polémica generada en torno a la creación de la FAN congeló, en parte, su actividad inicial.

Rodríguez, la coordinadora de la FAN, marcó como una falencia el hecho de no lograr financiar proyectos, explicando que, a partir de eso, la FAN se metió a “instalar el tema” a través del primer Nanomercosur en 2007, para que una próxima gestión en el Ministerio de Economía continúe el tema. De esta forma, el fracaso de la convocatoria de Ideas-Proyecto constituye un elemento para entender que las metas iniciales que se propuso la FAN eran inviables, evidenciando al mismo tiempo, la falta de mecanismos institucionales para la búsqueda de consensos sectoriales que suponen una política pública y la creación de una institución en el marco de esa política. En otras palabras, la FAN se creó a pedido de un grupo de físicos del Instituto Balseiro, sin un consenso generalizado por la comunidad científica, por lo cual dependió de la voluntad de un ministro de economía. Al cambiar de ministros, la FAN corrió riesgo de perder sentido, por lo cual se intentó instalar la NyN como un tema relevante para el país. Creado el MINCyT, algunos actores buscaron que la FAN pase a este ministerio recientemente creado, pese a su dudosa capacidad para impulsar los objetivos de la política pública en nanotecnología. Mientras tanto, dado que la función original esbozada en el Decreto 380/2005 era irrealizable, sus objetivos se reorientan a la difusión.

Entre los años 2007 y 2010 –etapa de reformulación de objetivos– la agenda de la FAN giró en torno a la realización de eventos de difusión de la nanotecnología, a través del programa Nanotecnología para la Industria y la Sociedad y el Nanomercosur, pero en esos años la FAN también participó en la definición de las líneas prioritarias de nanotecnología para el Fondo Sectorial de Nanotecnología, perteneciente al FONARSEC y financiado por la ANPCyT. La Fundación participó en las consultorías que se hacían para relevar e identificar los actores clave en nanotecnología, ya sean investigadores, empresas, laboratorios y sus demandas, conformando un primer documento diagnóstico en el área. Una entrevistada comentó incluso que el MINCyT encontró en la FAN “una manera de demostrar que el país ya tenía una intención política de apoyar la nanotecnología”, mientras que otro/a entrevistado/a explicó que las líneas prioritarias eran definidas “de manera arbitraria” y además “había más micro que nanotecnología”. Según el vicepresidente, Venturuzzi, en esos años la FAN colaboró y coexistió con la negociación entre el MINCyT con el Banco Mundial y el BID para la realización del FONARSEC, pero no llegaba a encontrar su espacio institucional. Así, a pesar de que la FAN había sido creada para promover la nanotecnología, según Venturuzzi, no podía cumplir el rol de un órgano de promoción financiera por los limitados fondos con los que contaba, espacio que ocupaba la ANPCyT.

A través del programa Nanotecnología para la Industria y la Sociedad, que no tenía un objetivo específico, sino que consistía en actividades de divulgación para buscar empresas interesadas en la nanotecnología y actores en las instituciones públicas, surgieron redes para generar otras actividades de difusión. Podemos decir que la falta de un foco concreto en la política pública de promoción a la NyN, llevó a la FAN a las políticas de difusión. De esta forma, habiéndose perdido el objetivo inicial del fortalecimiento de la infraestructura en nanotecnología, “porque no se sabía cómo hacerlo”, según Venturuzzi, la FAN encontró su función institucional como referente en nanotecnología, aunque sin desarrollarla, dando “un marco frente a terceros con cierto perfil contenedor a los que hacen nanotecnología”, tanto en la investigación como a las empresas.

En cuanto a la reorientación de objetivos de la FAN hacia las actividades y eventos de difusión, Lupi explicó que la Fundación hace uso de la divulgación buscando hacer llegar la nanotecnología a las industrias, aunque no queda claro de qué manera la difusión podría desencadenar aplicaciones industriales utilizando la nanotecnología. Sobre el mismo tema, un integrante del Consejo de Administración de la FAN comentó que, a través de la difusión, la Fundación encontró un espacio institucional que no la hace competir con instituciones como CONICET, CIC y ANPCyT, que no se encargan de la divulgación. Aunque, también remarcó que la FAN consolidó su posición en la financiación de proyectos, a través del programa Pre-Semilla y Semilla. Otros entrevistados comentaron que la mayor parte de la actividad de la FAN se orientó hacia la difusión y divulgación de la NyN –que además se complementa con una de las metas que figuran en el plan *Argentina Innovadora 2020* (MINCyT, 2012)–, mientras que el FONARSEC asumió el rol de financiar proyectos.

Sin embargo, la FAN no se encarga únicamente de la difusión, sino que, según Venturuzzi, se va adaptando al contexto y ocupando todo espacio o nicho que se le va abriendo. En este sentido, por ejemplo, podemos mencionar la participación de la FAN en la elaboración de las normas IRAM para nanotecnología. Venturuzzi comentó también que la FAN, cuando busca generar un acercamiento entre investigadores y empresarios a través de diferentes tipos de encuentros –objetivo que marca el Decreto 380– sin que estos lo requieran, no llega a lograr generar un relacionamiento estable entre las partes, responsabilidad que le atribuyó a la descoordinación interministerial, por ejemplo, entre las convocatorias que realizan los ministerios como el MINCyT y el Ministerio de Producción. Según Venturuzzi, esa “falla estatal” la FAN busca llenarla, pero de manera escueta al tratarse de una institución pequeña.

En el 2011, la FAN lanzó el “Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología” con las etapas Pre-Semilla y Semilla, que consisten en el otorgamiento de un subsidio reducido a aquellas ideas aprobadas por el Consejo de Administración de la Fundación. Hacia fines de 2017 se contabilizaban alrededor de 60

proyectos financiados. La etapa Pre-Semilla no requiere supervisión y se trata de proyectos de gran riesgo con una escasa duración –alrededor de un año– que no buscan recuperar la inversión, mientras que el Semilla sí busca el retorno de la inversión. Este programa permite, según Lupi, una “alta tasa de fallos casi buscada”, lo que demuestra el riesgo asumido. Pero más importante aún, el programa fue caracterizado por los directivos de la FAN como una “herramienta para adquirir mutua confianza” entre la FAN y la parte que recibe el subsidio, sea una institución de investigación o una empresa, lo que permite “tener espalda” al presentarse a algún organismo que requiera una cartera de proyectos como antecedentes. Venturuzzi agregó que el programa trata de cubrir el valle de la muerte de los negocios. Según los entrevistados, la debilidad más grande del programa es su monto reducido.

Así, la trayectoria de la FAN se puede resumir en una orientación inicial a objetivos ambiciosos y difícilmente alcanzables, su reorientación hacia actividades de difusión y divulgación de la NyN –ante la imposibilidad de alcanzar los objetivos iniciales– y, desde 2011, el renovado intento de buscar impulsar desarrollos comerciales e impactar en la industria. En este sentido, se inauguró el laboratorio Nanofab, laboratorio equipado que ofrece servicios a empresas e investigadores y que, además cuenta con salas para incubación empresarial. Los equipos del laboratorio están en “la frontera entre lo científico y lo tecnológicamente puro” y funciona a través del cobro por los gastos operativos. También la función de incubación de empresas spin-offs busca el cobro de los gastos operativos. Hacia fines de 2017, se encontraban siendo incubadas en las instalaciones de la FAN una cantidad de seis empresas de base tecnológica, cuyos emprendimientos se vinculan con la nanotecnología, en mayor o menor medida, dependiendo del caso. Por ejemplo, Inmunova y Chemtest se vinculan más con la biotecnología y, en menor medida, con la nanotecnología, desarrollando vacunas y test de diagnóstico de enfermedades, respectivamente. Argentum Texne, especializada en sistemas de olfatometría, según Lupi, no logra un modelo de negocio que le permita comercializar sus desarrollos. Mabb fabrica implantes dentales a base de materiales cerámicos nanoestructurados, mientras que Dynami desarrolla baterías de litio ultradelgadas y Panarum desarrolla medicamentos y productos nanofarmacéuticos a través de la liberación controlada de ingredientes activos.

Otros entrevistados manifestaron que la FAN sigue manteniendo un perfil más científico que tecnológico, lo que se explica por el hecho de que su Consejo de Administración está integrado en su mayoría por investigadores, contando con solo dos integrantes de empresas, una de las cuales es INVAP. La consecuencia de esta disparidad entre los miembros del Consejo se refleja en la dificultad de relacionarse de manera más fluida con el sector empresario.

En síntesis, a través de los aportes de este capítulo, podemos afirmar que, a lo largo de sus más de diez años de funcionamiento, la FAN consolidó su rol como difusora de la

NyN en varias esferas –educativa, productiva–, y en segunda instancia ha impulsado los llamados proyectos Pre-Semilla y Semilla, con montos reducidos, pero que, según las autoridades de la FAN, permiten cierta flexibilidad en su asignación y ejecución. Por último, su iniciativa más reciente fue la puesta en marcha del laboratorio Nanofab, así como también la habilitación de espacios para incubación física de empresas de base tecnológica. Según la mayoría de los entrevistados para esta investigación, la función de la FAN en cuanto a divulgación es destacable, mientras que el financiamiento a emprendimientos relacionados a nanotecnología es una línea secundaria. En este sentido, identificaron a la ANPCyT como financiadora de proyectos. No obstante, un miembro del Consejo de Administración caracterizó a la FAN como “referente en nanotecnología” en financiamiento de proyectos en primer lugar, difusión y contactos. Otro entrevistado mencionó que los integrantes de la FAN son en su mayoría científicos, por lo que no entienden al sector productivo, promoviendo más la nanociencia que la nanotecnología y que en los hechos no está clara la función de la FAN respecto a la promoción de la nanotecnología en el sector privado.

La ex coordinadora de la FAN opinó que el MINCyT no le dio el apoyo y el espacio que esta necesitaba, lo que se ve en el hecho de que la FAN no posee un presupuesto propio y depende de un subsidio que le asigna el MINCyT todos los años. En este sentido, agregó que fue la ANPCyT la que concentró los recursos, y fue “el verdadero ministerio”. Por su parte, las autoridades de la FAN, Lupi y Venturuzzi, sostuvieron que la Fundación nunca cambió sus objetivos iniciales, los cuales según Lupi son difundir la nanotecnología en la industria y la sociedad, aumentar la competitividad en cuanto a la nanotecnología y favorecer el comercio interno y externo. Sin embargo, seguidamente aclaró que la FAN “no está para cambiar el PBI nacional” y que no les fueron dados ni la misión ni los fondos para hacerlo y que la ANPCyT abre líneas de financiamiento con montos más grandes. Si bien el mismo presidente reconoció que objetivo de la FAN es mejorar la competitividad nacional, favoreciendo el comercio interno e externo, seguidamente se desdijo y, en otra entrevista, sostuvo que la misión de la FAN es generar casos testigos que demuestren lo atractivo de la nanotecnología (Luna, 2015). Esta última afirmación se aplica mejor a las acciones de la FAN que, en sus más de 10 años de actividad, logró generar algunos casos testigos y llegando a mejorar el desempeño económico de algunas empresas nacionales vinculadas a la nanotecnología, a través de los Pre-Semilla principalmente y a través de la incubación de seis emprendimientos.

En cuanto a las fortalezas, Lupi destacó que no contar con un presupuesto nacional es una ventaja, dado que les permite tener la operatividad del ámbito privado, con la flexibilidad como característica más importante, para aprobar proyectos, para asignarle los fondos a los proyectos aprobados, para revisar pedidos, etc. Esta misma ventaja trae aparejada una desventaja, la cual es no poder contar con un presupuesto garantizado y

depender del subsidio que le gira el MINCyT anualmente, lo que termina restando previsibilidad a sus actividades. Otras ventajas, según Lupi, son que la Fundación cuenta con empleados jóvenes eficientes en sus funciones y que la temática es desafiante. En el terreno de las debilidades Venturuzzi mencionó que la FAN es una institución pequeña con pocos empleados, lo que hace que todos tengan que colaborar en las tareas de los demás, mientras que Lupi agregó que la FAN tiene dificultades de crecimiento y su impacto es pequeño.

El objetivo inicial de la FAN estuvo orientado a generar mejoras en la competitividad económica y en la productividad industrial local a través de la micro y nanotecnología (Decreto 380, 2005) bajo un enfoque sistémico. El enfoque sistémico, a diferencia del tradicional –que se centra en la firma como motor de la competitividad y luego se extrapola al país, siendo el rasgo que define a la competitividad el desempeño comercial de las empresas en el mercado mundial, lo que implica precios y costos más bajos–, además de los factores comerciales incluye aspectos sociales (Lugones, 2008: 136). El enfoque sistémico se centra en las acciones coordinadas que el Estado puede llevar a cabo para impulsar la generación, adquisición, difusión y uso de conocimiento por parte de las firmas, a fin de desarrollar nuevas competencias y acceder a nuevos mercados mediante la introducción de mejoras, adaptaciones y/o innovaciones tecnológicas u organizacionales (Lugones, 2008; Amsden, 2001).

Es decir, la nanotecnología fue definida por el MINCyT como una tecnología de propósito general (TPG), por su capacidad potencial de dinamizar varios sectores económicos y su potencial impacto en el crecimiento de las economías en su totalidad, por lo cual las políticas de promoción a la NyN buscaron “mejorar la competitividad” produciendo un efecto multiplicador sistémico sobre varios sectores económicos nacionales, lo que coincide con los objetivos explicitados en las agendas públicas para impulsar la nanotecnología en Brasil y México, como mostramos en el capítulo 1.

Ahora bien, si bien la FAN fue creada para un entorno concebido, en la teoría, con enfoque sistémico (como supone la noción de TPG), concluimos que no existió la coordinación necesaria y la FAN en muchos aspectos debió actuar a partir de iniciativas propias o con escasa coordinación. Así, las iniciativas explícitas de la FAN para mejorar la competitividad que detallamos en este capítulo se pueden resumir en la financiación de los proyectos Pre-Semilla y la incubación de algunas empresas de base tecnológica. Por lo cual, si se tiene en cuenta esta información, podemos afirmar que la FAN, en los hechos, se propone mejorar la competitividad –generando mejoras en el desempeño– de algunas pocas empresas, objetivo que se puede pensar como la generación de “casos paradigmáticos”, según la expresión de Lupi, o de casos testigos, como preferimos caracterizarlos en esta tesis.

Capítulo 4: Dos casos de Fondos Sectoriales de Nanotecnología

4.1. Introducción

En Argentina las primeras iniciativas de promoción a la NyN se iniciaron en 2004, bajo una orientación inicial hacia la nanociencia, ya que se concentraron en financiar proyectos por área de conocimiento, centrándose en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar todas las variables adicionales propias de las actividades de desarrollo e innovación productiva, como el factor empresarial. Así, las acciones iniciales de fomento a la NyN consistieron básicamente en el financiamiento de proyectos de I+D que se propusieran promover alianzas público-privadas, todo esto impulsado de manera autónoma desde la SECyT, como se ve en las redes PAV y PAE. No obstante, la elaboración del plan *Argentina Innovadora 2020*, en el que se explicitaba que la NyN iba a ser tratada como una TPG (MINCyT, 2012), y la puesta en marcha de un novedoso programa de financiación sectorial, los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), junto con la figura de “consorcio público-privado”, que acompañó su creación y la forma en que se gestionó la evolución de los proyectos financiados, fueron herramientas que se propusieron avanzar sobre las deficiencias de vinculación entre sector público y productivo, problema histórico en Argentina y de la región.

En este sentido, en el presente capítulo nos proponemos contrastar dos casos, cristalizados en dos proyectos de los Fondos Sectoriales –un caso de éxito y uno de fracaso–, con foco en las fortalezas y debilidades de este fondo creado en 2009, como un recurso clave para resolver –o avanzar en– el problema de la escasa vinculación entre las actividades de ciencia y tecnología y encararlos desafíos específicos que plantea el contexto local. Se abordan dos proyectos del programa Fondo Sectorial de nanotecnología, describiendo sus objetivos iniciales, su ejecución, sus cambios sobre la marcha, sus resultados, las dificultades principales que enfrentó cada uno y sus principales aportes. Siendo el objetivo general de esta investigación el análisis de las políticas públicas de fomento del área de NyN, el análisis de los Fondos Sectoriales constituye una parte fundamental de la misma, por ser el programa que ha ejecutado más recursos monetarios y que se ha propuesto entre sus objetivos centrales el incentivo a la conexión entre las actividades de investigación y desarrollo del sector público y el sector productivo.

El capítulo se divide en tres secciones. La primera consiste en una presentación de la nueva herramienta de la ANPCyT, los Fondos Sectoriales, y su relación con el plan *Argentina Innovadora 2020*. La segunda sección se enfoca en un proyecto del área de desarrollo correspondiente a nanomateriales, mientras que la tercera sección se centra en un proyecto correspondiente al área de desarrollo nanointermediarios.

4. 2. Consideraciones generales sobre los Fondos Argentinos Sectoriales

El plan *Argentina Innovadora 2020*, que caracteriza a la nanotecnología como una TPG, comienza a armarse en 2008, mientras que los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) son creados en 2009 en el ámbito de la ANPCyT, a raíz de la negociación de un préstamo del BID y el BM, que se venía llevando a cabo desde 2006 y 2007 bajo la gestión de la SECyT y la ANPCyT. Es decir, que la elaboración del plan *Argentina Innovadora 2020*, con su estrategia de dar un salto en materia de políticas de ciencia y tecnología desde las llamadas políticas horizontales hacia políticas focalizadas y, la creación del FONARSEC, como instrumento focalizado, se llevó a cabo en conjunto.⁶¹

En lo concerniente a la nanotecnología, el plan *Argentina Innovadora 2020* explica que se propone “fomentar las interfaces” entre “un conjunto de actividades prioritarias (agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria)” y “el desarrollo científico y tecnológico en nuevas tecnologías de propósito general: nanotecnología, biotecnología y TICs” (MINCyT, 2012: 57). En paralelo, en 2009 la ANPCyT inició un nuevo fondo, el FONARSEC –inspirado en los Fondos Sectoriales de Brasil–, probablemente la iniciativa más original en materia de política de ciencia, tecnología e innovación.⁶² La condición novedosa de este programa era que solo podían aplicar “consorcios público-privados”, figura jurídica que formalizaba la sociedad entre instituciones públicas y empresas del sector privado para impulsar emprendimientos tecnológicos conjuntos que tuvieran como meta un nuevo producto. El programa definió dos grupos de fondos: los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) y los Fondos de Innovación Tecnológica Regional (FITR), por un lado, y los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS), por el otro. Además del instrumento Fondos Sectoriales, el FONARSEC incluía otros instrumentos de promoción, como el Plan de Apoyo a Empresas de Base Tecnológica (PAEBT-Empretecno) –programa orientado a promover la creación de nuevas empresas de base tecnológica–, el Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos (GTec) –programa de apoyo a consorcios de universidades para la formación de especialistas en Gerenciamiento Tecnológico y Cursos de Actualización Profesional– y el Proyecto de Infraestructura y Equipamiento Tecnológico (PRIETec) –orientado a financiar proyectos de infraestructura y equipamiento tecnológico– (Loray, 2016).

⁶¹ Las políticas horizontales, a diferencia de las focalizadas, se caracterizan por ser neutras entre sectores y no discriminatorias. Un ejemplo de este tipo de políticas es el FONCyT, en sus distintas modalidades de instrumentos, como PICT, PICTO, PID, entre otros.

⁶² En cuanto a los Fondos Sectoriales en Brasil, la principal diferencia con el caso argentino es la fuente de financiamiento de los mismos. Mientras que en Brasil son financiados a través de impuestos a empresas, en Argentina el financiamiento proviene de créditos de organismos internacionales como el BM y el BID (Del Bello, 2014: 58).

Sobre sus orígenes, Isabel Mac Donald, que fue directora del FONARSEC en el período 2009-2017, explica que “en el origen se había pensado que el FONTAR y FONCyT lo absorbieran”, pero cuando “se ve que el paquete es muy grande, ninguno de los dos responsables del FONCyT y del FONTAR iban a hacerse cargo de semejante paquete”, por lo que “había que armar un fondo nuevo” y “me ponen a cargo de este fondo” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

Sobre el vínculo entre el plan *Argentina Innovadora 2020* y el FONARSEC, Fernando Peirano, quien se desempeñó como subsecretario de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del MINCyT en el período 2012-2015, señaló que este plan “tuvo distintas etapas” y que empezó “en el 2008 con la creación del MINCyT”, que “entiende la necesidad de tener algunas directrices estratégicas”, las cuales terminaron siendo Nano, Bio y TICs, “básicamente porque son las áreas dentro de las innovaciones de base científica que estaban teniendo un mayor ritmo de progreso”. En este punto, Peirano señaló que no fue “una cosa propia de Argentina” porque “casi todos los países que han trabajado en este rango de años en temas estratégicos tenían a la Bio, Nano y las TICs en sus agendas”. Otro motivo para impulsar estas áreas como estratégicas fue que no había “grupos asociados a Bio, Nano y TICs, en especial, a la nanotecnología” por lo que “había una posibilidad de poner prioridades sin tener que lidiar con la presión o influencia que ejercen los grupos ya conformados” que “siempre quieren llevar las aguas hacia los temas que ellos trabajan”:

“Entonces esta idea de que en las TICs y en la nano había pocos grupos le daba mucho más margen a un ministerio nuevo para definir prioridades y tener legitimidad para implementarlas. Sobre esta línea general, Bio, Nano y TICs, después está la necesidad de hacer un plan estratégico y ya es una etapa que se inicia con el pedido a FLACSO a Miguel Lengyel para que desarrolle una propuesta.⁶³ Esto da lugar, en el 2011, a una primera versión del plan *Argentina Innovadora 2020* y el concepto como unidad de análisis de los núcleos socio productivos estratégicos. Ahí la idea, cobra otro cariz y cambia un poquito, y pasa a ser de qué manera la convergencia entre la ciencia, y básicamente estas tecnologías, la Bio, la Nano y las TICs, y las necesidades de desarrollo local, se podían combinar. O sea, los NSPE serían un espacio donde puede desarrollar un proceso basado en Bio-Nano-TICs con involucramiento de investigadores y que tenga un alto impacto en el desarrollo local. Que desarrolle nuevas empresas, industrias, sectores, etc.” (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Ahora bien, desde 2012 se inicia otra etapa del plan, denominada “Fase de Implementación” donde el marco conceptual “se intenta plasmar en acciones”. Peirano explicó que “se genera una cartera de proyectos, que se hizo a través de las mesas de implementación”.⁶⁴ Según Peirano, el plan “quizás tuvo la originalidad de trabajo de

⁶³ Miguel Lengyel fue director de Proyectos Institucionales del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI).

⁶⁴ Las mesas de implementación estuvieron conformadas por miembros de la comunidad científica, representantes del sector privado, funcionarios y expertos en las TPGs, para

articulación con los instrumentos” y “quizás el instrumento en el que más impacto y articulación tuvo el Plan es en el FONARSEC”. En ese caso, explicó, que se trabajó con la Fase 1 –a cargo de la dirección de Planificación del MINCyT– y Fase 2. En la Fase 1 “se elaboró un documento técnico que era una suerte de oportunidad para hacer un proyecto”, combinando “aportes científicos, posibilidad de aprovechar la evolución de estas tecnologías de rápido progreso e impacto local”:

“Este era el marco general y sobre eso, las ideas que surgían de la mesa de implementación, la Fase 1 era reunirse con algún experto y darle forma a esta oportunidad en un formato de proyecto posible de ser abarcado por un financiamiento del orden de 5 a 10 millones de dólares y que tenga un carácter público-privado. Que tienda a hacer un puente entre un equipo de investigación, una institución de CyT y empresas[...] y a partir de este mandato se fueron haciendo un escaneo de oportunidades, que a veces son las oportunidades que fue posible darle forma. No es que siempre se eligió en un menú amplio de oportunidades una en especial, sino que la oportunidad iba superando las mismas dificultades y con esto se abría camino y llegaba hasta completar la Fase 1, y se elevaba entonces un proyecto de resolución al ministro, el ministro lo firmaba, y ese proyecto de resolución era a su vez un mandato para que el FONARSEC le dé forma a una convocatoria [...]” (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Sobre la presencia de la nanotecnología en los cinco NSPE –autopartes, transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado, componentes electrónicos, plataformas tecnológicas y nanomedicina–, Peirano comentó que la dificultad fue que, si bien se definieron tres TPGs y 34 NSPE, “no necesariamente las necesidades estaban asociadas a estas tres tecnologías”. Y aclaró que con el FONARSEC “no hubo nunca una intención de financiar un programa de I+D en nanotecnología”, sino que “era entender que el contexto, la base general de conocimiento de la humanidad crecía aceleradamente en nanotecnología”. Dado que “Había patentes, había papers y había gente formada en eso”, se buscó abrir “oportunidades para hacer proyectos de investigación para entender y absorber esto”. Por lo cual, en palabras de Peirano, se trató de “acercar eso y traerlo al ambiente argentino para ver si esto generaba algo extra”, que es “un trabajo más indirecto, con menos inversión y con menos riesgo” o, en otras palabras, es “abonar el territorio argentino con estos conocimientos a ver si ahí podía germinar una cosa distinta” (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

El carácter focalizado de los instrumentos del FONARSEC exigió esfuerzos por identificar problemáticas específicas de apoyo. En un principio, fue necesario definir ampliamente los sectores y áreas a priorizar, que fueron establecidos al momento de negociar las operaciones de crédito con los organismos internacionales que financian cada

identificar los NSPE y avanzar en la detección de oportunidades concretas y la elaboración de propuestas específicas del Plan 2020 (MINCyT, 2012: 37), aunque en el documento del Plan no se especifican cuáles fueron los criterios aplicados para la selección de los actores representantes de cada uno de los sectores.

instrumento. Para asegurar el financiamiento de las áreas estratégicas –Nano, Bio y TICs–, el MINCyT diseñó el “Programa para Promover la Innovación Productiva y Social” que fue parcialmente financiado por el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF), una de las instituciones que integra el Grupo Banco Mundial, a través del Contrato de Préstamo N° 7599/AR de US\$ 150 millones –correspondiente a los FTS o FS–,⁶⁵ mientras que los FITS y FITR contaron con financiamiento del BID en el marco del Programa de Innovación Tecnológica –Préstamo BID N° 2180/OC-AR– (Lengyel et al, 2014: 4; Loray, 2016). Mientras que los FTS o FS, –en adelante FS– se concentraron en las tres TPGs, los FITS y FITR lo hicieron en los cinco sectores socioeconómicos seleccionados por el plan *Argentina Innovadora 2020*: agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente y cambio climático (Véase figura 4.1. en anexo). Sin embargo, las áreas estratégicas y los sectores socioeconómicos no fueron identificados y priorizados por el MINCyT en base a estudios de diagnóstico previos a la negociación con los bancos, como lo confirmó Mac Donald:

“¿Cuáles fueron las debilidades? [...] Para seleccionar los temas se refirió a expertos más del mundo científico que del mundo empresario. Entonces, se hicieron consultorías para determinar qué era lo más importante para desarrollar, pero lo más importante a nivel del estado del área, no lo más importante de acuerdo al desarrollo económico argentino [...] en el caso de nano, bio y TICs fueron consultorías hechas lisa y llanamente por especialistas que no reflejaron en ningún caso el grado de desarrollo productivo. Entonces, después cuando hubo que traducir eso a convocatorias fue un trabajo durísimo y la selección de los temas se hizo en base a lo que ahí decía [...] lo cual no significaba que fuera donde tenía fortalezas porque se analizaron los temas estratégicos para el mundo, más o menos. Lo cual en Argentina hacía que no tuviéramos masa crítica para juntar” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Así, según la entrevistada, “la selección de los temas fue muy precaria y también se avanzó con el tema de seleccionar vacancias”, y si “vos seleccionas promover áreas de vacancias perdés un montón de tiempo porque los resultados no se van a ver hasta 20 años más tarde”, en cambio, si “empezás con aquello en lo que tenés fortalezas, lo fortaleces mucho más y generás más recursos para después poder ocuparte de las vacancias”. Como resultado, “había áreas en las que no había quién se presentara” y “se presentaron grupos que eran muy débiles” y “hubo que hacer un esfuerzo enorme para sacarlos adelante porque no había entrenamiento ni capacidades suficientes, ni masa crítica”. Además:

“[...] si ibas a Latinoamérica a buscar ejemplos, no había. [...] Los que mejor andaban eran los brasileños [...]. Ponían mucho dinero, pero además tenían una cosa que nosotros no pusimos nunca y no lo podríamos poner por las características

⁶⁵ El costo total del Programa se estima por un total de US\$ 230 millones. El financiamiento otorgado por el BIRF asciende a dólares 150 millones con una contraparte argentina de US\$ 75 millones (Reglamento Operativo-Préstamo BIRF N° 7599-AR, s/f: 9).

cuantitativas y cualitativas entre el sector empresario brasileño y el argentino. Los brasileños tienen mucha más conciencia nacional. Entonces, cuando se hacían Fondos Sectoriales ponían fondos del sector privado. La masa de dinero que se ponían en juego en las convocatorias era una masa que provenía de ambos lados, del Estado y del sector privado. Acá si el Estado no ponía la masa de dinero, el privado no hacía nada [...] el modelo que era más interesante era el brasileño, pero por escala nosotros no podíamos emularlo. Ellos eran más flexibles de lo que éramos nosotros y trabajaron siempre con plata también de las empresas y donde el nivel de organización desde arriba ya estuvo planteado por grupos donde también participaban empresas. Acá estuvo todo hecho desde el Estado y de acuerdo a la normativa de gastos que tiene el Banco, la política de compras y adquisiciones que tiene el BM o el BID, lo cual genera diferencias. Ellos trabajaron con fondos propios en todo momento. No por exigencias en cuanto a temáticas de los bancos, pero sí por cuestiones de tipo administrativo, con las políticas de adquisiciones” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Entonces, los FS se iban a concentrar exclusivamente en nanotecnología, biotecnología y TICs, como plataformas tecnológicas transversales,⁶⁶ “considerando que son sectores en los que se desarrollan tecnologías de aplicación general y que tienen un gran potencial de aplicación en sectores productivos” (Reglamento de Gestión-Préstamo BIRF N° 7599-AR, s.f.: 76). El objetivo del FS era “desarrollar capacidades desde generación e incorporación de innovación tecnológica en sectores estratégicos de la economía y la sociedad argentina” financiando “proyectos de alto impacto” en biotecnología, nanotecnología y TIC “que permitan dar respuesta a problemas relevantes” (Lengyel et al., 2014: 4-5), a través de la formación de “consorcios asociativos público-privados” (CAPP) entre grupos de investigación y empresas, promoviendo la asociación y cooperación entre actores públicos y privados en pos del desarrollo de productos innovadores.

Sobre este punto, Mac Donald comentó que todo el programa tuvo como objetivo general “mejorar la vinculación entre el sector público y el sector privado, de modo de producir cambios sustanciales en lo que puede ser la matriz productiva general de productos innovadores que puedan, en algún momento, irrumpir en el mercado y conseguir financiamiento”. Además, aclaró que inicialmente en el programa había “un punto que era para darles créditos a las nuevas empresas, o sea capital de riesgo”, pero eso “no se pudo hacer” porque el “sistema bancario nacional no aceptó de alguna manera la oferta esa”(Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017). Con respecto a la condición de que los proyectos sean consorciados entre el sector público y privado, “así nos pidió el [Banco] Mundial”, agregando que los bancos “querían que se incluyeran empresas y a nosotros nos interesaba eso”, porque “Desde Argentina también se promovía eso, que se encontraran alternativas para vincular al sector científico al sector empresario”:

⁶⁶Un concurso abierto realizado por la ANPCyT seleccionó a dos consultoras para un estudio por cada una de las tres áreas: MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados (Sommer, 2009). A partir de estos estudios se iban a definir las áreas de intervención (Lengyel et al, 2014: 4).

“Porque acá siempre se produjo ciencia de primer nivel, pero nunca hubo algún desarrollo, sea industrial o no, que tuviera que ver con el desarrollo científico. El espacio que hay entre el nivel del sistema productivo al nivel de ciencia que se produce es un agujero negro, que tampoco se está llenando ahora y tampoco nosotros podíamos llenar como ministerio de CyT. Es un compromiso que debe tener Industria, Producción junto con Ciencia y Tecnología. Nosotros lo que tratamos de hacer fue generar algunas puntas y algunos nichos como para que eso se tomara y se pudiera incorporar desde industria o desde producción. No vas a modificar la matriz productiva de un país desde el ministerio de CyT porque es un absurdo. La matriz productiva se modifica desde otras áreas, pero vos podés utilizar la base científica para que aporte a esos sectores, cosa que no se había hecho hasta ese momento. El sector científico y tecnológico siempre estuvo muy escindido del resto de la sociedad, muy separado. Con pocos puentes, con pocas vinculaciones” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Una vez que estuvieron definidas las áreas, la siguiente etapa se concentró en la obtención de mayores precisiones en cada uno de los sectores con el objetivo de identificar proyectos concretos pasibles de desarrollo. En los FS, el proceso de focalización en cada TPG se inició con la elaboración de tres estudios, uno por cada área, orientados a: (i) identificar líneas de trabajo o nichos de actividad con alto potencial de transformarse en bienes de producción a escala industrial; (ii) dimensionar la participación actual del sector privado en proyectos de esas líneas; y (iii) identificar las restricciones para la concreción de proyectos, ya sea en materia de recursos humanos, de equipamiento y/o de infraestructura que podrían superarse con la utilización de los recursos de los FS (Lengyel et al., 2014: 2-3; Loray, 2016).

Los FS financiarían exclusivamente proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y/o transferencia y difusión de tecnologías, quedando explícitamente fuera de su alcance la investigación básica. Y, debido a que se evaluaba que los tres sectores se encontraban en grados de desarrollo diferente, se plantearon estrategias de apoyo específicas para cada uno. Así, mientras que en biotecnología y TICs el objetivo se orientó a profundizar el desarrollo de proyectos con colaboración público-privada y a apoyar el desarrollo de actividades de mayor valor agregado, en nanotecnología, evaluada como un área con menor grado de desarrollo, el objetivo estuvo vinculado a la definición de áreas estratégicas. En este sentido, se buscó apoyar la formación de grupos de investigación aplicada en un conjunto acotado de sectores identificados como prioritarios, para lo cual se buscó colaboración privada que incentive la orientación industrial de la investigación. Debido a que la nanotecnología se consideró un área más incipiente, se contempló que la participación de la contraparte del sector productivo fuera menor en comparación a la biotecnología y las TICs (Reglamento Operativo-Préstamo BIRF N° 7599-AR, s/f: 76-77).

En otras palabras, los FONARSEC fueron creados como un recurso estratégico clave para resolver el problema de la escasa vinculación entre las actividades de ciencia y tecnología con las necesidades del desarrollo económico y social. Su objetivo, era promover la producción de innovaciones en los laboratorios públicos orientadas a mejorar

la calidad de vida de las personas y la competitividad de las empresas locales al producir cambios en el perfil productivo de los bienes y servicios a través de la incorporación de conocimiento de frontera a procesos y productos (Disposición N° 002/10). Este fondo, a diferencia de los instrumentos anteriores, no buscó la generación de conocimiento en el área, sino que, desde el principio, estuvo orientado hacia proyectos con objetivos de generar soluciones a problemas sociales y productivos concretos, algo que podría definirse como *mission oriented* (Ergas, 1987).

La determinación de las temáticas a promover dentro del área de la nanotecnología, estuvo a cargo de la Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, dependiente de la Secretaría de Planeamiento y Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del MINCyT, mediante la Disposición 002/2010 del 11 de febrero 2010, a través de la puesta en marcha de un conjunto de actividades consistentes en: (i) conformación de un equipo de trabajo liderado por un experto en el área; (ii) elaboración de un estudio de base del Sector; (iii) actualización de diagnósticos y estado del arte del Sector; (iv) identificación de temáticas y líneas prioritarias en el área involucrando participación de actores públicos y privados; (v) instauración de mesas de consulta y validación con actores públicos y privados; (vi) procesamiento e incorporación de recomendaciones del experto internacional del BIRF; y (vii) elaboración de un documento final que resume los resultados del estudio (Disposición N° 002/10).

Este análisis llevó a seleccionar cuatro líneas generales dentro del área de la nanotecnología: nanomateriales, nanointermediarios, productos finales y formación de recursos humanos. Los nanomateriales son estructuras de la materia desarrolladas de manera artificial con dimensiones menores a los 100 nanómetros que exhiben propiedades dependientes del tamaño y que no han sido procesadas industrialmente. Ejemplos de estos son nanopartículas, nanotubos, puntos cuánticos, entre otros (Lux Research, 2004). Los nanointermediarios consisten en productos intermedios que no caen en la categoría de nanomateriales ni de productos de consumo final, que incorporan nanomateriales o que han sido contruidos con características dependientes de las propiedades de elementos a escala nanométrica. Por ejemplo, se ubican aquí los productores de pinturas con nanopartículas, materiales plásticos con cargas de nanoarcillas para autopartes, piezas de maquinaria agrícola, revestimientos, tejidos, memorias, componentes ópticos, materiales ortopédicos, etc. (Lux Research, 2004). Por último, los nanoproductos o productos finales, son productos mejorados que incorporan nanomateriales o nanointermediarios en su diseño, por ejemplo, automóviles más livianos, raquetas súper resistentes, pantalones que no se manchan, remeras que repelen mosquitos, dispositivos médicos bactericidas, maquinaria agrícola sin corrosión o con mínimo desgaste, entre otros (Lux Research, 2004).

Ahora bien, dentro del área de nanomateriales, fueron determinadas dos líneas prioritarias para los FS: nanoarcillas y nanocompuestos de matriz metálica y aleaciones nanoestructuradas. Las nanoarcillas fueron determinadas como temática adecuada para promover porque Argentina posee arcillas con características particulares que se comercializan sin ningún valor agregado y, además, son la base para el desarrollo de muchos productos con nuevas propiedades. Por su parte, los nanocompuestos fueron seleccionados por la importancia de la industria metalmeccánica local.⁶⁷ Dentro del área de nanointermediarios, fue determinada como línea prioritaria los nanoencapsulados, que consisten en polímeros biodegradables, biocompatibles, no tóxicos y nano-objetos de estructura controlada, funcionalizados para la liberación controlada de diferentes sustancias (Disposición N° 002/10). Finalmente, dentro del área de productos finales, fue determinada una línea prioritaria: MEMS (sistemas micro-electro-mecánicos), dentro de nanosensores, que son dispositivos con componentes micromecánicos con dimensiones nanométricas (Disposición N° 002/10).

Los requisitos de los FS para nanotecnología fueron que en cada CAPP debían participar al menos dos empresas y como máximo cinco, y al menos un integrante público, siendo dos el máximo. Asimismo, todos los desarrollos incluían la etapa de laboratorio, escala piloto y pre comercial, quedando explícitamente afuera la etapa de comercialización. Los proyectos propuestos debían orientarse a generar plataformas tecnológicas compartidas entre las empresas y las instituciones, desarrollar capacidades críticas en los sectores priorizados, transferir tecnología a los sectores productivos y fortalecer la capacidad del país, dando respuesta a problemas sectoriales y regionales prioritarios (FS Nano, 2010).

La convocatoria de 2010 dio como resultado la aprobación de ocho consorcios, que recibieron alrededor de 13 millones de dólares, esto es, 110.709.229 de pesos en total, incluyendo la contraparte (Vila Seoane, 2011: 104-106). En una posterior convocatoria de 2012, fue aprobado un solo consorcio que recibió alrededor de 8 millones de dólares, esto es, un monto total de 46.500.000 pesos, incluyendo el monto contraparte. La magnitud representó un salto cuantitativo con respecto a los montos de financiamiento que se venían otorgando en el pasado. Por ejemplo, la FAN recibió 10 millones de dólares para sus primeros cinco años de funcionamiento a ser utilizados en múltiples proyectos, mientras que cada uno de estos 8 proyectos podía llegar a recibir 10 millones de dólares como monto máximo no reintegrable (Vila Seoane, 2011: 70).⁶⁸ No obstante, el monto de

⁶⁷ Un nanomaterial compuesto o nanocompuesto es un material compuesto o multifásico donde una de las fases tiene una, dos o tres dimensiones de menos de 100 nanómetros.

⁶⁸ El financiamiento a aportar por la ANPCyT por proyecto sería entre US\$ 1.250.000 y US\$ 10.000.000 en Biotecnología, entre US\$ 850.000 y US\$ 10.000.000 en TIC's, y entre US\$ 1.200.000 y US\$ 10.000.000 en Nanotecnología, requiriéndose una contraparte variable por parte del CAPP, dependiendo de la TPG involucrada (Reglamento de Gestión-Préstamo BIRF N° 7599-AR, s/f: 78).

la contraparte debía ser igual o mayor al 20% del costo total del proyecto.⁶⁹ Entre las dos convocatorias de 2010 y 2012, en total se presentaron 14 proyectos, de los cuáles fueron aprobados 9, con un plazo de cuatro años de ejecución previsto por cada proyecto, aunque en muchos casos se otorgaron prórrogas (Véase figura 4.2. y 4.3. en anexo).

4.3. Nanomateriales: “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”

En este apartado presentamos un proyecto perteneciente a la categoría de nanocompuestos, del área de desarrollo nanomateriales. El desarrollo de nanomateriales metálicos aporta, principalmente en aleaciones livianas, una alta resistencia mecánica a base de aluminio y magnesio, que es aplicable en partes móviles de maquinarias, estructuras, vehículos de transporte y en industria aeroespacial. Sin embargo, “el desarrollo de aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica para aplicaciones mecánicas requiere tecnologías de producción que aún no existen en el país”. Así, el objetivo de los FS en esta línea fue el desarrollo de aplicaciones industriales de los nanomateriales metálicos en diferentes sectores industriales para mejorar la competitividad de la industria metalmeccánica. El fondo contempló el desarrollo de un centro de servicios y entrenamiento en técnicas de aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, equipamiento de caracterización, máquinas de proceso en escala piloto/escalado, formación de recursos humanos y el apoyo a la inserción en mercados piloto (Disposición N° 002/10). El proyecto que elegimos responde al título de “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”.

Para este proyecto, se conformó un CAPP que reunió a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), a la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA) y las empresas Essen Aluminio S.A. y CT Electromecánica SRL. De la dirección del proyecto se encargó el doctor en Ingeniería e ingeniero mecánico Fernando Audebert, perteneciente al Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería “Hilario Fernández Long” (INTECIN) con doble dependencia UBA-CONICET, y dentro de éste al Grupo de Materiales Avanzados de la FIUBA. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue \$6.422.200 –alrededor de un millón y medio de dólares–, con una contraparte de \$3.463.073,63 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y debiendo finalizar a fines de 2015, aunque hacia fines de 2017 no se encontraba finalizado.

El objetivo del proyecto fue desarrollar una plataforma tecnológica que acerque nuevos conocimientos y materiales para la industria metalmeccánica, proporcionando y

⁶⁹ Las bases de la Convocatoria a los Fondos Sectoriales de Nanotecnología pueden verse en: http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases_FSNano_2010.pdf. Consultado el 18/04/2015.

desarrollando conocimientos sobre cada componente de la cadena de procesos de desarrollo de nanocompuestos y generando una estructura de formación de recursos humanos en nanomateriales que asegure una continuidad de progresos. Este centro tecnológico buscaría acercar el uso de la nanotecnología a las PyMEs del sector, dado que las empresas no están en condiciones de soportar un desarrollo de este tipo de tecnología, por la cantidad de equipamiento requerida, los materiales y los procesos de aplicación y de transformación. Para ello, el proyecto contemplaba la adquisición de equipamiento de última generación para el desarrollo de las aleaciones innovadoras (Rey, 2014).

Según el director del proyecto, Audebert, el desarrollo de la plataforma tecnológica requería la compra de equipamiento “para poder armar una especie de Centro Tecnológico”. Por otra parte, “la formación de los recursos humanos va a venir sola porque viene con los doctorandos, viene con los estudiantes de grado, eso se va conseguir” y “el desarrollo experimental y teórico de la línea ya lo habíamos desarrollado antes como una base” que ahora “había que expandirla”:

“Pero necesitas las herramientas de equipamiento que es lo que Argentina no tiene y sobre todo concentrados para poder hacer el desarrollo. Se planteó en función de eso el proyecto, con las empresas asociadas que eran las que iban a absorber los desarrollos para las aplicaciones [...] la Plataforma Tecnológica de Desarrollo de Nanoaleaciones y Nanocompuestos [...] no una cosa puntual que muera una vez que tenés la aplicación, sino tener una idea o algo que sea sustentable de desarrollo en el tiempo. Porque hoy hago esta aplicación, pero voy a necesitar tener un panorama tal que tenga gente y que tenga equipamiento todos en un Centro específico de desarrollo, para que eso sea a largo plazo” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Anteriormente, la FIUBA en un trabajo conjunto con científicos de la Universidad de Oxford en Inglaterra, lograron desarrollar una aleación de aluminio con una resistencia mecánica a altas temperaturas, que fue patentada por ambas instituciones. Con ello buscaron su implementación en ciertas aplicaciones para reemplazar el acero y el titanio. La ventaja de este metal es que logra tres o cuatro veces más resistencia mecánica a altas temperaturas, pero con menos peso, ofreciendo un atractivo a distintas industrias, especialmente la automotriz, ya que posibilita la fabricación de máquinas que consuman menos combustible con menor contaminación o motores más potentes (*El Cronista*, 2008). De esta manera, la FIUBA fue la institución que lideró el proyecto, definiendo los objetivos del mismo en función de sus avances y desarrollos científicos previos. Al CAPP se sumó ADIMRA y, en un principio tres empresas asociadas, que posteriormente pasaron a ser dos, Essen Aluminio y CT Electromecánica.

ADIMRA, que fue fundada en 1904, es la entidad que representa y promueve al sector metalúrgico y que agrupa a más de 60 cámaras metalúrgicas de la Argentina, que alcanzan a más de 24.000 empresas en todo el territorio argentino y que generan unos 300.000 puestos de trabajo directos. Aunque históricamente ADIMRA funcionó como sitio

de reunión de empresarios de rubros específicos para el análisis de normas que dictaba el Gobierno y para la discusión salarial, en la década del 2000 decide expandir su rol hacia acciones relacionadas a la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica en el área metalúrgica. Por ejemplo, a través de la creación de centros tecnológicos, a través de formaciones y capacitaciones a las empresas, el asesoramiento a empresas en la preparación de proyectos que permitan conseguir financiamiento de los programas del Estado, entre otras acciones (Alonso, 2015). Sobre el contacto con la FIUBA y la relación de ADIMRA con la nanotecnología, su ex director de Tecnología y Formación comentó que en el 2010 “viajamos con un empresario a Europa y ahí vimos el grado de desarrollo que tenía la nanotecnología y la aplicación que había para la industria de distinto tipo” y en ese momento, a raíz del FONARSEC, “Fernando [Audebert] viene a verme y charlamos sobre la posibilidad de formar parte de este consorcio porque hacía falta una participación público-privada”. Así, ADIMRA se sumó, aunque “su participación económica fue mínima o casi nula”, participando “gente del Departamento nuestro en el armado del proyecto en la búsqueda de algunos posibles empresarios”:

“Pero no es que ADIMRA haya estado pensando ‘Ah, la nanotecnología va ser la esencia de la metalmecánica’ pero sí es una forma de estar en la frontera tecnológica poniendo un apoyo a lo que estaba haciendo la UBA [...]. Entonces, mi función fue por un lado lograr que ADIMRA interpretara esta necesidad. Segundo, ser el nexo. Hacía falta un coordinador de la búsqueda de los interesados de participar” (Comunicación personal con Julio Bermant de ADIMRA, 31/07/2017).

En la misma dirección, Audebert contó que venía trabajando con ADIMRA desde 2005 “como el Director de Ingeniería Mecánica en la UBA” y que ADIMRA es un “socio para nosotros lógico y natural por lo que es la industria metalúrgica”. Preciso que había “una relación bastante fluida”, por lo que “cuando sale el proyecto es algo natural de decir ‘¿Por qué no nos involucramos acá? Porque todo lo que generemos va a servir para 24 mil empresas que si quieren pueden aplicarlo’” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En cuanto a las empresas del CAPP, en principio fueron tres, todas asociadas a ADIMRA. La primera de ellas, y que más tarde desistió de participar formalmente en el proyecto, fue Iapel S.A. Se trata de una empresa familiar que tiene su planta productiva ubicada en el partido de General San Martín en la provincia de Buenos Aires, fundada en 1974, que produce pistones para la industria automotriz (Iapel, 2018). La relación entre Iapel y el Grupo de Materiales Avanzados (GMA) que fue creado por el investigador Audebert en la FIUBA, data de varios años de trabajo en conjunto. Este grupo liderado por Audebert, a través de sus trabajos en cooperación con la Universidad de Oxford, fueron obteniendo materiales con distintas propiedades, entre ellas la resistencia a altas temperaturas del aluminio. Así, según Audebert, “empezamos a buscar aplicaciones donde

vos podés reemplazar al titanio, al acero, a alto rango de temperatura y a bajas temperaturas superás las aleaciones normales, convencionales de aluminio, las que podés comprar en el mercado”, por lo que empezaron a trabajar con empresas y “en el tema de los pistones empezamos a trabajar con lapel en su momento” y “habíamos desarrollado un pistón que al final quedó en la nada, lo tengo en el laboratorio, nada más para muestra de lo que se puede hacer”:

“Y ahí aparecen los llamados de los FONARSEC [...]. Entonces en ese momento junto a todas las empresas. lapel porque ya veníamos interactuando con ellos [...] lapel en principio entra. Después cuando ve los papeles se salió. Es muy complejo todo el sistema de firmas en los FONARSEC, cosa que asusta a muchas empresas. [...] a las empresas no les gusta complicarse con papeles administrativos” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Otra empresa integrante del CAPP fue Essen Aluminio, cuyos inicios fueron como una pequeña empresa de fundición de aluminio para la fabricación de mecheros de cocina en 1954, en la ciudad de Venado Tuerto, provincia de Santa Fe. A fines de la década del setenta, la empresa decide crear un modelo propio de una cacerola de aluminio, que unos años más tarde es lanzada al mercado, bajo en nombre de “Essen”. Con el correr de los años, Essen fue multiplicando su línea de productos, incorporando nuevos diseños y técnicas. Actualmente su planta industrial se encuentra Venado Tuerto, ocupando alrededor de 470 personas, de los cuales 320 son empleados del área industrial (Essen, 2018). El Director de Operaciones Productivas de Essen, Roberto Angelini, comentó que, previo al proyecto FONARSEC, mantenía una relación de trabajo en conjunto con el investigador Fernando Audebert, y que aparte estaba asociado a ADIMRA. En una reunión Angelini escuchó hablar de “una persona que estaba trabajando en superficies con nanotecnología” y así, empezó a “charlar con Fernando”:

“Nosotros hacemos ollas, sartenes...Nuestras piezas son de una aleación de aluminio, que es una aleación de aluminio silicio a la cual en el 90% de los casos le ponemos adentro teflón, en realidad un antiadherente. [...] Pero hay una parte que nosotros todavía la comercializamos como aluminio desnudo. O sea, tal cual como sale. Y el hecho de poder contar con un recubrimiento metálico que yo vi, habíamos visto porque estuvimos mirando información, podía tener un aspecto casi tan impactante como cuando vos ves un acero inoxidable, o sea, un aspecto metálico brillante muy bueno, muy duro, e inclusive con algunas propiedades de anti-adherencia. Fernando [...] es un tipo que sabe. Yo soy ingeniero químico, pero de cualquier manera, por ahí un poco alejado de las cosas y este loco maneja la física y la física metalúrgica de una manera infernal y me entró a explicar toda esta cuestión de los cuasi cristales, la nanotecnología para aplicarlo esto, a lo otro. Y la verdad que [...] me gustó mucho [...] empezamos a trabajar en esto” (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Angelini explicó que el trabajo empezó cuando “pudimos hacer una prueba con equipos que nosotros no teníamos porque son equipos especiales de proyección” y

empezaron a hacer ensayos, aunque todo fue “medio lerdo, no nos salía bien” y Audebert no estaba disponible todo el tiempo. Los dos “teníamos mucho entusiasmo, pero no lo podíamos concretar demasiado, pero por ahí andaba”. Creado el FONARSEC, Essen se sumó al proyecto, pero “no logramos juntar empresas” porque una empresa se retiró del CAPP:

“La verdad que yo pensé que se iban a juntar más gente, pero es muy difícil acá que la gente arme equipos de trabajo. Es muy difícil. Yo no participé. No puedo decir ‘Uy, laburé’. Es más, hay muchas reuniones que ni se lo que pasó. Pero siempre hubo alguien nuestro cerca para ir siguiendo el tema. Lo que sí, estuvimos siempre dispuestos a que se hagan cosas [...] como estaba al frente Fernando, un tipo así y una inquietud así, hagámosle apoyo porque era bueno para las empresas, para el país, para todo es muy bueno. Nosotros estamos asociados a ADIMRA [...]. Pero la relación fuerte es con Fernando. Y la verdad es que yo promocioné que estuviéramos ahí por Fernando [...] Y con las otras empresas no hablé nunca” (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Según Audebert, con Essen “teníamos una propuesta de hacer un recubrimiento”. Desde Essen “Fueron financiando compras de material, fueron financiando los ensayos y después cuando se vio que eso más o menos podía llegar a funcionar dijimos que vamos a tratar de hacer un desarrollo”. Al conformar el CAPP, “Essen, como una empresa más grande, dijo que no hay problema y que pone un abogado o un escribano que se encarguen de los papeles” y “nos dio apoyo. Iba a tratar de hacer el desarrollo independientemente del proyecto, estaba decidido a hacerlo” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Debido a la salida de Iapel del CAPP, el proyecto necesitaba la inclusión de otra empresa ya que por requerimientos del FONARSEC, la cantidad mínima de empresas debía ser dos. Así, la última empresa en sumarse fue CT Electromecánica SRL, una PyME ubicada en Parque Chas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fue fundada en 1973 produciendo máquinas de electroerosión manuales. Más adelante, comienza a fabricar máquinas con control numérico computarizado(CNC) y máquinas de corte por hilo. Además, comenzó con la producción de tornos CNC (CT, 2018). Sin embargo, más recientemente la empresa incursionó en la nanotecnología, llegando a fabricar nanotubos y fullerenos de carbono,⁷⁰ que actualmente discontinuó de su línea productiva. Sobre esto el responsable de la empresa refirió que siempre le gustó la ciencia y que lo suyo es la física. Entonces, “un día se me ocurrió, me pareció algo interesante”:

“Nosotros teníamos alguna experiencia porque le fabricamos una máquina para hacer uranio molibdeno en polvo a una universidad en Estados Unidos. De eso, nosotros descubrimos que algo de nanotubos aparecía. Y eso me llevó a hacer los equipamientos y lo vimos como un negocio [...] Nosotros por cuenta propia, sin que el Estado me ponga nada, hicimos una inversión importante para poder fabricar

⁷⁰ Los fullerenos son moléculas formadas por átomos de carbono que tienen propiedades diferentes. Los fullerenos, por ejemplo, son superconductores a bajas temperaturas y los nanotubos tienen propiedades electrónicas, mecánicas y térmicas (Soler Illia, 2015).

nanotubos y fullerenos [...] y llegamos a hacer nanotubos y fullerenos, pero la empresa necesita vender para poder subsistir. [...] sacamos fullerenos, invertimos, tenemos dos microscopios electrónicos, tenemos ultracentrífugas que las fabricábamos nosotros. Tenemos muy buen equipamiento preparado y el equipo que produce nanotubos y fullerenos. [...] Pero acá vendimos nada. Le vendimos algo a INVAP, algo a la CNEA, después le regalamos a varias personas, inclusive le dimos unos gramos a Audebert. Nunca respuesta de ninguno, nunca pudimos vender más nada. Y deshicimos todo, si no se compra no vendemos [...] el negocio necesita una contraparte porque si no te compran no existís más” (Comunicación personal con Silvio Cechet de CT Electromecánica, 19/07/2017).

Sobre su participación en el proyecto, comentó que fue a través de ADIMRA y que su motivación fue únicamente apoyar los desarrollos que se proponían. En ADIMRA “surgió la necesidad de hacer algún convenio con Audebert para que él crezca produciendo materiales con nanocompuestos” y dado que el proyecto necesitaba contraparte privada, CT Electromecánica se sumó, aunque “nosotros nunca recibimos dinero, no nos interesaba” y “nunca fue el objetivo recibirlo de ahí. Simplemente que el proyecto que Audebert creciera y pudiera hacer estos nanoestructurados”. Así, “teóricamente, si eso funcionaba nos iban a comprar a nosotros” (Comunicación personal con Silvio Cechet de CT Electromecánica, 19/07/2017). Sobre esta empresa Audebert explicó que “La idea era ver cómo desarrollar esta plataforma tecnológica de nanomateriales y nanocompuestos, aplicando también los nanotubos” y si “eso seguía como una buena ruta y la empresa de Cechet seguía adelante, él iba a participar de esto e iba a tener un producto para vender” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Una vez conformado en CAPP, para llevar adelante la conformación del centro tecnológico de nanocompuestos y nanomateriales para la industria metalmecánica, el director del proyecto, gestionó la generación de un centro llamado CIDIDI (Centro de Investigación, Desarrollo, Innovación y Diseño en Ingeniería), que estaría emplazado en el Centro Metropolitano de Diseño (CMD) en la localidad de Barracas de CABA. Audebert explicó que en el CIDIDI se iban a instalar los equipos y en “otra parte se iba a hacer el centro más de diseño, y complementar el diseño con la ingeniería”:

“Lo que demanda la gente visualmente para la compra, eso es la parte del mercado, y la funcionalidad ingenieril por otro lado. Esa era la complementación de lo que significaba el CIDIDI. Se firmó el Convenio entre la Facultad de Ingeniería de la UBA y el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ahí se empezó a construir el edificio, se construyó todo, los equipos tardaron en entrar [...]. Los equipos no llegaban porque el proceso de compra es muy largo en el FONARSEC con el Banco Mundial. Y se fue perdiendo espacio porque los fueron ocupando gente de Diseño porque con el que se firmó el Convenio ya no estaba más. Eso es lo que pasa cuando firmás con un Gobierno y cambió el Gobierno y las cosas se te complican. Hay otro punto de vista político detrás y bueno, se fue cayendo el CIDIDI que hoy es una oficina con una computadora y no tiene más nada. Entonces los equipos fueron quedando para otro lado [...] cambia la política, cambia el Gobierno, cambia el gobierno de la universidad y se pierde todo eso y todavía los equipos estaban en el aire. Y ahora sí, se hizo un acuerdo que se firmó inicialmente por CONICET, el INTI y ahora estoy detrás de la firma entre el INTI y la UBA para poner en funcionamiento el centro de

materiales avanzados en el INTI. El cual está en construcción, el INTI puso la plata y se está construyendo. Ahí van a ir los equipos. O sea, lo que era CIDIDI en su momento ahora va a terminar como CEPAM o Centro de Procesamiento Avanzado de Materiales en el INTI con un convenio de tres instituciones. Ahí va a estar la nueva localización para desarrollar esta Plataforma Tecnológica” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En síntesis, hacia fines de 2017 el proyecto no se encontraba finalizado, sino que faltaba adquirir parte del equipamiento planteado inicialmente, y aunque el lugar asignado para el funcionamiento del centro tecnológico se haya finalmente conseguido, las idas y venidas en este sentido generaron fuertes demoras en el proyecto. Para avanzar en la ejecución de compras de equipos pendientes, hay una serie de dificultades que el director se encargó de señalar:

“El problema de políticas es algo que nos está destrozando porque en estos proyectos todo está en dólares porque tenés que comprar al exterior, se pasa a pesos y se tiene que mantener el dólar [...]. Se nos cayeron equipos por la falta de poder de compra de la moneda argentina por la devaluación del peso. [...] el retraso de los papeles hizo que no se pueda comprar todo, entonces se compró dentro del proyecto una máquina importante que era para hacer polvos. Esa está y está esperando instalarse, está tirada en el INTI en un galpón ahora. La extrusora, que es otro punto importante, no se pudo comprar que era para hacer el material en volumen [...]. No lo pudimos utilizar porque no la pudimos comprar. La otra era para Essen que era para hacer los recubrimientos [...] tampoco alcanzó la plata. Quedó medio colgado, quedó el equipo que es lo que fabrica el material en polvo, pero no las aplicaciones” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Según Audebert, que no se mantenga la plata en dólares “es una falencia” porque se pierde el poder de compra. En este sentido, agregó que las compras de equipos con el BM fueron “un dolor de cabeza”, siendo “la primer experiencia que hubo dentro del Ministerio por proyectos del Banco Mundial”. Por este motivo “se cometieron errores” y “tardamos un año en hacer la licitación internacional para la compra de equipos” y “el que estaba de asistente en el Ministerio prometió más de lo que podía prometer”:

“Cuando fue a realizar los papeles a la Dirección General Administrativa de Nación no lo podía hacer porque hay algo que estaba mal. Fue rechazado, se dio de baja y empezó a hacer el proceso otra vez. Entonces ahí se perdieron dos años para comprar un equipo, en dos años fijate la inflación que hubo en el valor del dólar y la empresa nos aumentó el precio también y como era público el proveedor no tenés alternativa, por lo cual perdimos poder de compra [...]” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Agregó que la “parte administrativa fue engorrosa” porque “tenía que ver mucho con las reglamentaciones del Banco Mundial”. Añadió que “eso fue lo que retrasó que no se pudo hacer una compra, se tardó dos años en hacer una licitación, se perdieron fondos que se tenían para comprar los equipos”. Entonces, “se dio un 20% más para poder

terminar de pagar un equipo que ya está comprado, que falta parte del pago, por lo cual administrativamente se tiene que hacer una adenda al contrato que tienen que firmar todas las autoridades”:

“Para recibir ese 20% tengo que modificar cuál es la contraparte. Modifico la contraparte, firmo una adenda y después me dicen que me aceptan lo que di de contraparte, pero necesito firmar otra adenda. Complicaciones administrativas por todos lados. Con lo cual firmaron las empresas y el Rector de la UBA tiene todavía el expediente en el escritorio desde noviembre de 2016. Si no firma esta adenda [...] no podemos recibir ese 20% y entonces estamos en falta de pago con la empresa a la que se le compró el equipo. Nosotros no tenemos nada que ver. Procesos administrativos, cuestiones políticas, está todo más allá de lo que uno puede resolver [...]” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En esta dirección resaltó que una de las cuestiones más complicadas “es que tenga que firmar siempre la máxima autoridad de la institución”, lo que definió como “un delirio”:

“Te agarra una persona medio loca que no quiere firmar nada y te mató todos los proyectos. O te agarra alguien que es imposible encontrarlo porque no podés llegar a él, te mató el proyecto de vuelta [...] ¿Por qué me lo tiene que firmar el Rector de la universidad? [...] se tiene que buscar la forma para que eso baje a otros responsables de las instituciones más cercanas, no ir al de arriba de todo porque si no es imposible. Todo es el presidente de...el director de...Todo eso es muy engorroso” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

A pesar de estas falencias y dificultades que se fueron dando en el transcurso del proyecto, el trabajo entre los investigadores y las empresas no se interrumpió. Cada una de las empresas involucradas tenía un rol dentro del mismo. CT Electromecánica era la empresa proveedora de los nanotubos de carbono. Iapel, que, aunque se retiró formalmente del CAPP, siguió participando de manera informal, fabricando pistones a pedido de la FIUBA para diferentes ensayos. Por último, Essen fue la empresa que más se involucró y logró llegar a un prototipo de producto que se encuentra en una etapa de mejoramiento para poder lanzarlo al mercado. Se trata de un recubrimiento que contiene nanocristales que logra alargar la vida útil del producto convencional. Según Audebert se debe distinguir algo que funciona de algo que funciona y lo comprenden. Este producto “por ahora está como un producto funcional que funciona, pero hay que hacerlo vendible”. Explicó que la etapa que sigue es “pasar montones de reglas no sólo en Argentina sino también en otros países –qué elementos podés pasar de la olla a la cocina al alimento– hay montones de cosas de ese tipo que estamos trabajando”. Estas cuestiones, agregó, “van más allá de la parte técnica”:

"[...] la relación con las empresas, como viene desde antes y no fue formada específicamente para este proyecto, sino que hay una relación de grupo de investigación con las empresas que [...] se juntaron en un contrato para hacer algo, en apoyo para que esto se pueda resolver y tener un centro tecnológico, eso siguió adelante y va seguir adelante, aunque el proyecto no pueda tener todo el equipamiento. De algún modo lo vamos resolviendo contratando equipamiento o viendo cómo se puede hacer, pero la idea sigue y se sigue trabajando porque es una relación de trabajo más allá del proyecto en sí mismo" (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Por su parte, Angelini, de Essen, señaló otros aspectos:

"Estamos en un momento donde estamos logrando la aplicación, pero tenemos dos problemas. Primero, estéticamente no nos está quedando como queremos. Hay microporosidad y cada vez que hacemos algo para que eso tenga mejor aspecto estético, se nos van de rango los costos. Hay que usar equipamientos más caros, procesos más caros y entonces si vos haces algo muy especial le podés cargar. Ahora, a una cacerola no le puedo cargar porque no me la compra nadie. No puedo decir que una cacerola vale mil dólares porque [...] no me la compra nadie. Entonces, [...] por eso estábamos viendo con INAL⁷¹ [...] que es el organismo oficial que si vos aplicás un recubrimiento determinado te aprueba si sirve o no sirve para el uso comercial [...] para ver qué rigurosidad hay o no en el tema de la aleación que podemos usar como recubrimiento [...] estamos tratando de que sea racional la cuestión calidad-precio [...]" (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Si se llegara a hacer, según Angelini, "ingresaría para nosotros en el andamiaje comercial que ya tenemos" como "un producto distintivo que a lo mejor tiene otro precio" que "puede integrar por ejemplo una línea top nuestra" porque "es un producto con mucho valor y un producto distintivo, que prácticamente a nivel mundial no hay de esas características". Aunque "no veo fácil que logremos un producto que esté accesible a un costo que se pueda comercializar". El entrevistado añadió que "todo lo que hizo Essen lo hizo con Fernando, independientemente del proyecto" y que "del proyecto lo único que te puedo decir es que lo firmamos, nos gustaba que funcionara. Creo que era bueno para la ciencia de acá un aporte" (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Hacia fines de 2017 los resultados alcanzados con el proyecto incluían el desarrollo del conocimiento a través de publicaciones científicas del grupo de investigación de la FIUBA y la formación de recursos humanos calificados. También se generaron conexiones entre el grupo de investigación con otras empresas interesadas dentro del área de la

⁷¹ El Instituto Nacional de Alimentos (INAL) funciona en el ámbito de la Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica (ANMAT), dependiente del Ministerio de Salud de la Nación. Se encarga de garantizar y certificar alimentos para el consumo humano, así como también productos de uso doméstico y materiales en contacto con alimentos. Para más información ver: http://sipan.inta.gob.ar/productos/ssd/vc/add/Manuales/Resu_INAL.pdf (Consultado el 15/12/2017).

metalmecánica. En cuanto al equipamiento para el centro tecnológico, se trata de la parte más floja:

“En cuanto a equipamiento se compró una parte y se logró ahora que el INTI ponga esfuerzo. [...] la relación con el INTI es muy importante porque ellos tienen conexión con empresas muy fuerte. Entonces vamos a armar un centro de conexión que depende menos de la política que lo que era el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, porque ahora es un Instituto de Tecnología Industrial Nacional donde ya tiene cierta conexión y tiene en el estatuto hacia dónde va, a trabajar con empresas. Sí hay políticas obviamente porque depende del Ministerio de Producción y cada Ministro de Producción es distinto según la visión política que tenga el gobierno de turno, pero siempre va a ser aplicado a la industria. Por lo cual tenemos una mayor seguridad ahí que donde estábamos antes. En ese sentido hay cierto avance, pero se perdió la capacidad de compra de equipamiento [...]” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Las complicaciones a la hora de la adquisición del equipamiento generaron consecuentes retrasos en el desarrollo de los productos prototipo, por ejemplo, para la empresa Iapel. Según Audebert, para los pistones requiere la extrusora que “no se pudo comprar” y que tiene que “contratar a alguien para hacer la extrusión”. En este sentido, explicó que, en cooperación con la universidad de Oxford, consiguieron “un proyecto el cual se pagó para hacer justamente la parte de escalado” y, como resultado, tiene contactos con una empresa “que quiere utilizar el material”. Entonces, “el material lo producimos afuera [...] apunta más en el exterior que en Argentina” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Con el proyecto aún en marcha, las opiniones de los entrevistados fueron disímiles. Para la parte empresarial se trata de un fracaso por la extensión temporal del mismo. Essen atribuye este fracaso a las trabas burocráticas y administrativas:

“[...] yo vi a Fernando volverse loco con este tema para que avanzara, las cuestiones burocráticas [...]. Esto tendría que haber estado listo. A nosotros nos entusiasmaron todos los aspectos del proyecto porque estaba el nuestro específico que podía potenciarse más porque iban a estar acá funcionando equipos para aplicar y demás, iba a haber gente también investigando, y la otra parte también de la metalúrgica porque había para trabajar con materiales semisólidos, para hacer aleaciones especiales. Todo esto que también nos interesaba [...]. La verdad es que todavía no está en marcha todo esto [...] si yo debo decirte qué pasó con este proyecto, la verdad es que es un fracaso el proyecto. No es un fracaso porque no terminó. Pero tendría que estar todo avanzado y no lo está” (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Angelini agregó que fue siguiendo los avances en el proyecto y “la verdad que son estas trabas de la burocracia”. Por ejemplo, “una vez era porque el Rector no quería que firmara no sé qué cosa” y “otra vez era porque no le gustaba que estuviera Fernando al

frente de algo así". Luego añadió que para la empresa "no pasó nada" y que "si nos ponemos nada más que desde el 2010 a ahora, todo lo que pasó y no hay nada en marcha, creo que lo único que sigue un poquito más vivo es lo que estamos haciendo nosotros con Fernando individualmente", pero como proyecto "no sé si lo puedo llamar como fracaso, sé que lo que esperamos que ocurriera, no ocurrió y es una pena porque el aporte técnico está". Asimismo, agregó que:

"Creo que lo que nos hace falta es...hay chicos que trabajan en el CONICET. Unos investigan una cosa y otros, otra. Uno puede decir 'y bueno, andá a saber que investigan'. Porque a lo mejor están investigando la cucaracha verde que no sirve para nada. Bueno, metámonos porque la gente que investiga tiene posibilidades de investigar cosas que sirvan más. Esto es ya algo medio político, pero ojalá todos tengamos alguna inquietud, algo para decir, para trabajar con una universidad, como hacen los países que van para adelante. Lo que pasa es que tendríamos que tener no propaganda de la ciencia y la tecnología, tenemos que tener un trabajo de política más continua en Argentina. Que venga el Gobierno que venga, siga una política de desarrollo. Pero acá sube uno y cambia todo lo anterior, no sabe ni para qué [...] cuando nosotros tuvimos esta oportunidad yo dije que vamos a poner un granito de arena, nada más que un granito en algo que a lo mejor está aportando a un desarrollo" (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

CT Electromecánica, al discontinuar su producción de los nanotubos de carbono, perdió contacto y ni siquiera continuó realizando el seguimiento del estado del proyecto, aunque añadió que "no esperaba recibir nada, conmigo no es que incumplieron" y "Por ese lado no tengo ninguna queja porque yo no recibí nada ni esperaba nada. Punto. Simplemente presté el nombre para que se pudiera armar. Y si eso funcionaba, yo vendía mis nanotubos":

"[...] a mí me parece que el país necesita tener investigadores que creen cosas buenas, lo que pasa es que los tiempos no se cumplen. Vos fijate que este proyecto dura 3 o 4 años y no se concluye. No avanza. El mundo corre a 120 kilómetros por hora y nosotros vamos a pie. Nunca los vamos a alcanzar con estos cambios. Por eso yo nunca me meto con el Estado. Yo todo lo que hago, lo hago solo. Porque mi desarrollo sale rápido. Yo en 3 años desarrollé la tecnología para hacer nanotubos y fullerenos y después tuve que plantar porque no había nadie. Pero corriendo solo se obtuvo [...].Yo con lo mío perdí, no pasó nada, chau. Y estoy limpio. Si hubiera habido plata del Estado, después por ahí te exigen cosas que no se pueden cumplir porque lo que no funciona en este país son siempre las contrapartes. O sea, vos hacés un desarrollo y después no hay nadie que te continúe con esas cosas. A mí me es más fácil venderle a Estados Unidos que venderle acá. [...] Acá vos vas a la CNEA y son 3 años, 4 años para hacer algo y después problemas para cobrar, problemas para todos lados. Es otra forma de trabajar" (Comunicación personal con Silvio Cechet de CT Electromecánica, 19/07/2017).

En cambio, para ADIMRA el éxito del proyecto reside en el acercamiento de la posibilidad de implementar la nanotecnología a las numerosas empresas asociadas a ADIMRA:

“Yo creo que el proyecto fue exitoso [...] desde mi punto de vista, fue exitoso. Desde el punto de vista de decir a cuántas empresas favorecieron, desde ese punto, no [...]. Eso en todo caso tiene que ser una génesis de algo que empieza. Yo me ubico en el hemisferio ADIMRA y cuando alguien me hable de nanotecnología que no mire para otro lado. Que sepa que existe, que sepa que hay expertos en el tema [...] que existe la posibilidad de hacer este tipo de emprendimientos [...]. En todo caso, los tres factores que tienen que ver con esto, trabajaron perfecto. El conocimiento a través de la Facultad de Ingeniería, el aporte empresarial y el Estado, como un triángulo funcionaron [...]. Yo diría que lo que puede faltar una vez que esté cerrado, que ADIMRA empiece a vincular cada vez más. Pero ya está, porque la vinculación con la Fundación [FAN] se hizo [...] la vinculación... y la posibilidad de hacer proyectos que quieran hacer emprendimientos en los cuales la nanotecnología está presente, está. [...] Es un producto que tiene que ver con el vínculo, con la posibilidad de hacer desarrollos, con el conocimiento” (Comunicación personal con Julio Bermant de ADIMRA, 31/07/2017).

Para el director del proyecto, la motivación para participar en el mismo fue la posibilidad de adquirir equipamiento nuevo, problema que caracteriza al sistema científico argentino:

“Más allá de los proyectos en sí mismos, por lo menos en mi caso, no conseguí un Consorcio porque había un proyecto. Sino que yo tenía un Consorcio y lo presenté a un proyecto. Yo tenía relaciones con empresas que las puse todas juntas para meterlo en un proyecto. Es decir, la investigación, el desarrollo de lo que uno hace, los conocimientos, los contactos con las empresas y todo eso, uno ya lo tiene como investigador porque es un métier en el que yo estoy trabajando. Lo que se necesita, de parte del Estado y que es lo uno no puede hacer, es la contribución de fondos para la compra de equipamiento y facilitar el desarrollo de los proyectos. Sobre todo, en Argentina que no tenemos equipamiento básicamente, hay muy poco, se hizo mucho en los últimos años, pero falta un montón realmente. Si estos proyectos ayudan en forma de Consorcio a realmente comprar equipamiento, yo siempre me voy a seguir presentando porque yo creo que lo que hace falta es equipamiento” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Luego añadió que, que se llegue a sacar un producto con alguna empresa, se va a hacer de todos modos “esté el proyecto o no esté el proyecto” porque al ser ingeniero, “trabajo y hago desarrollos científicos y quiero que sea aplicado” y “hago investigación en parte básica porque lo necesito para seguir desarrollando la parte aplicada, pero también hago aplicada y quiero ver un producto de lo que yo hago en la calle porque soy Ingeniero”. Con respecto a volver a participar de otro proyecto semejante, comentó que “participaría no porque me ayude a hacer algo particular, sino porque necesito el equipamiento para hacer el desarrollo que en Argentina no hay”. En este punto, aclaró que en ramas como la biotecnología “no necesitas millones de dólares para una máquina para hacer un producto, sino que sale mucho más barato y es más fácil”, por lo que es “más económico trabajar en eso, es más fácil formar la gente y lograr el desarrollo”, pero:

“En el resto, que es más industrial y que puede a lo mejor mover más cantidad de gente en cuanto a puestos de trabajo, es la parte industrial más dura: metalmecánica o metalúrgica o mismo la electrónica quizás, es más difícil porque para el desarrollo

necesitas más equipamiento y es más difícil competir con el exterior porque estamos muy atrás [...] tenemos como 3 o 4 generaciones de atraso en lo que es la parte de fundición metalúrgica. Estamos muy atrás. No hubo inversiones en los últimos años para modificaciones en la industria. Pero no es culpa de la industria en sí misma porque es una condición local. La industria no va a invertir en algo que después no tiene dónde poner el producto” (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En resumen, hacia fines de 2017 el proyecto de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas no se encontraba finalizado y su objetivo de generar una plataforma tecnológica estaba lejos de lograrse. Si bien se avanzó en la generación de conocimientos nuevos en la temática y se formaron recursos humanos, la parte fundamental que son los equipos, según Audebert, aún estaba incompleta y el lugar físico de la plataforma, si bien se había definido, no se encontraba en funcionamiento.

4.4. Nanointermediarios: “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”

Dentro del área de nanointermediarios, fue determinada como línea prioritaria los nanoencapsulados,⁷² que consisten en polímeros biodegradables, biocompatibles, no tóxicos y Nano-objetos de estructura controlada, funcionalizados para la liberación controlada de diferentes sustancias. La selección de esta línea obedece a que los nanomateriales para encapsulamiento pueden ser funcionalizados por medios relativamente simples, conformando un rápido acceso a la producción en la industria farmacéutica, nanomedicina tanto animal como humana, agroquímicos, cosmética, textiles y envases, entre otras. Entre los objetivos para esta temática se contempló la formación de recursos humanos, la puesta en marcha de plantas piloto para escalado, la generación de mercados piloto para la prueba de nuevos productos, la adopción de un esquema de cooperación con otras plataformas y la creación de una Organización Nacional de Investigaciones Clínicas, con el objetivo de funcionar como referente de calidad (Disposición N° 002/10). El proyecto titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”, aprobado dentro de la línea de nanoencapsulados, se presenta en este apartado.

Para este proyecto se conformó un CAPP entre el Centro de Medicina Comparada de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) por la parte pública, y dos empresas, Eriochem S.A. y Gema Biotech S.A. La dirección del proyecto estuvo a cargo del director de investigación de Eriochem, Lucio Núñez. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue \$15.405.144,01 –alrededor de 4 millones de

⁷² La nanoencapsulación es el proceso de captura de partículas en dimensión nanométrica dentro de un recubrimiento o matriz. Es decir, se trata de nanopartículas atrapadas dentro de otra sustancia.

dólares—, con una contraparte de \$6.962.179,44 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y finalizando a fines de 2015. Este es uno de los tres proyectos seleccionados por los bancos y por la ANPCyT/MINCYT como los “más exitosos” de los 8 proyectos financiados en el área de nanotecnología en 2010.

El objetivo general del proyecto fue la generación de una plataforma tecnológica para el desarrollo de nanotransportadores biológicos para fármacos utilizados en terapias oncológicas. En concreto, se buscó desarrollar unas partículas nanotecnológicas para tratamientos oncológicos que sean dirigidas específicamente a determinados tejidos, buscando minimizar los efectos colaterales de este tipo de tratamientos. Además, otro objetivo complementario fue el establecimiento de una plataforma tecnológica para el análisis biológico integral de fármacos, que cumpla con normas internacionales de calidad.

En este caso el impulso por llevar adelante el proyecto recayó mayoritariamente en la parte empresarial. La empresa entrerriana Eriochem fue la que tomó la iniciativa para el armado del CAPP, y su director del departamento de investigación fue quien dirigió el proyecto. Eriochem es una empresa farmacéutica que tiene su laboratorio ubicado en Paraná, Entre Ríos, y que concentra su actividad en el desarrollo y producción de genéricos oncológicos y genéricos con tecnología de valor agregado inyectables (Eriochem, 2018). La empresa fue fundada en el 2000 por dos socios, Antonio Bouzada, abogado, y Lucio Núñez, químico que nunca llegó a recibirse. Sin embargo, su trabajo en conjunto se remonta a un emprendimiento hacia mediados de los años ochenta, Filaxis, en el cual sintetizaban droga básica para que otros laboratorios formularan esos principios activos y los vendieran en el mercado. Para obtener capital, dicho laboratorio fue vendido posteriormente a una multinacional suiza, aunque Bouzada siguió trabajando allí. A fines de los años noventa, Bouzada deja la multinacional, vuelve a Paraná y nuevamente en asociación con Lucio Núñez, emprenden su propia firma: Eriochem. La empresa comienza registrando productos y exportando a países latinoamericanos y asiáticos, donde la regulación era más laxa. En 2009 obtiene la certificación de la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) para entrar a la UE y en 2017 la correspondiente de la FDA (Food and Drug Administration) estadounidense, en el cual ya lanzó un producto oncológico (Liascovich, 2017; Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017). Actualmente factura alrededor de 24 y 29 millones de dólares por año, de los cuales el 30% es destinado a desarrollo en forma sistemática, exportando más del 90% de su producción. Emplea alrededor de 360 personas, de los cuales más de 100 son profesionales y concentra unas 17 patentes de sus productos. Además, posee una filial en Uruguay, un centro logístico propio en Brasil y oficinas comerciales en México y Estados Unidos (Liascovich, 2017; Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017). Los tres pilares en los que Eriochem se apoya son la integración vertical en el caso de productos estratégicos, el uso de la tecnología como herramienta competitiva y la

inserción global. Este último factor, la inserción global, es clave para Eriochem ya que como Bouzada sostuvo en una entrevista “Con Filaxis, volcado por completo a la Argentina, nos habían agarrado todas las crisis. Y decidí armar una empresa en el país, pero con sus mercados afuera, para hacerla más fuerte” (Liascovich, 2017).

Núñez, explicó la relación de Eriochem con la nanotecnología, al sostener que “Hace muchos años trabajamos en nanotecnología”, empezando en 1983, en “un laboratorio que terminamos vendiendo a una multinacional”. En 1997, relató, “empezamos con otra visión mucho más tecnológica” y “hoy tenemos una empresa que tiene unas 16 patentes que están vigentes en cerca de 30 países cada una”, siendo “proveedores de multinacionales”:

“Y manejamos tecnología en el ámbito, no solamente el área de síntesis, el área de formulaciones, digamos han sido nuestras especialidades en el inicio de esta compañía que es Eriochem.[...] Estamos especializados en inyectables, especializados también en la liberación prolongada en la parte de inyectables.[...] Nuestra formación es en gran parte nuestro mayor valor [...]. Nuestro mayor patrimonio es la cuestión de nuestro personal altamente calificado [...]” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Ahora bien, Núñez agregó que Eriochem exporta a “países de muy alta regulación” y que la compañía tiene “otras compañías que pertenecen a Eriochem: dentro de México es una muy pequeña, la más grande en Brasil”, “estamos con una planta incipiente en Uruguay, en una zona franca” y “tenemos también una pequeña empresa de propiedad intelectual en España y una pequeña empresa también nuestra en Estados Unidos para manejar los negocios de ahí, que son muy importantes”. Luego, explicó que Eriochem recibió más ayuda de las multinacionales que del Estado argentino, agregando que este “es esencialmente, absoluta y totalmente ineficiente y bruto”:

“¿Por qué las multinacionales? Porque durante un cierto tiempo el 15% de nuestro capital accionario pertenecía a Novartis. Ahora le compramos esa parte [...] en ese momento Novartis estaba facturando cerca de 70 millones de dólares [...] las empresas extranjeras creen mucho más en la tecnología que nosotros. Argentina no tiene ni líneas crediticias para tecnología. CONICET es absoluta y totalmente ineficiente [...]el CONICET hace las cosas para llegar hasta a los ratoncitos, pero nunca para pasar de los ratoncitos a los seres humanos [...] Acá hay varios que somos ex CONICET. La última parte del CONICET es por tecnología. Tecnología es ciencia aplicada. Pero si en algo es experto el CONICET es en no tener ciencia aplicada, porque el problema básico es que, si bien el CONICET está manejado por médicos, está manejado por médicos que nunca han tenido contacto con pacientes” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Y, al respecto, agregó que Eriochem “se armó esencialmente porque antes éramos un laboratorio” y que “se necesitaba mucho dinero para empezar en este tipo de cuestiones”. Según el entrevistado, en Argentina “no existe el concepto de que te vayan a

apoyar para que vos hagás algo que antes no se ha hecho” y hay “todo un vacío en lo que son ayudas a los micro emprendedores” y “no hay cuestiones financieras que te apoyen”:

“Realmente no hay créditos [...] ningún banco acá de todos los extranjeros, no hablemos ni siquiera de los nacionales, ningún banco extranjero tiene gabinetes técnicos. Mientras que, en cualquier país desarrollado normal, un 60% del banco es gabinete técnico. Porque realmente los bancos serios, las mayores ganancias las tienen con los préstamos que son más difíciles de ser otorgados [...] vos tenés que demostrar en la teoría la potencialidad de un negocio para que te presten la plata y te la van a prestar inclusive en condiciones que vos acá jamás recibirías esa plata. Acá en Argentina vos tenés que demostrarle al banco que no necesitás la plata para que te la ofrezca” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Sobre el proyecto FONARSEC, el entrevistado refirió que se relaciona con los orígenes de la empresa, en el “concepto de creer en el valor agregado de lo que es la tecnología” y que en una visita de “la gente del Banco Mundial” a Eriochem, les “expusimos un proyecto de nanotecnología a raíz de lo que nosotros teníamos en ese momento: los productos microencapsulados”:

“[...] nosotros teníamos mucho trabajo con un inyectable que hoy se exporta a Estados Unidos como producto terminado, también genera un coloide en forma acuosa. Y eso es nanotecnológico porque son cuestiones de 12 o 13 nanómetros [...] la nanotecnología forma parte de todo, siempre ha estado presente. El problema es que ahora hay un interés en clasificar estas cosas, como si fuesen totalmente ajenas. [...] Nosotros tenemos una visión más integradora de todo” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Eriochem impulsó el armado del CAPP, contactando a una empresa vinculada a su actividad, Gema Biotech, y al Centro de Medicina Comparada, dependiente de CONICET y UNL, con quienes existían trabajos previos en desarrollo y evaluación de nuevos fármacos.

La empresa Gema Biotech comienza sus actividades en el 2005, dedicándose exclusivamente al desarrollo de biosimilares. Forma parte de un holding nacional llamado Amega Biotech, que integra a otras empresas como Zelltek y PCGEN. El grupo cuenta con una planta productiva en la provincia de Santa Fe y una en Buenos Aires, en la localidad de Olivos, y además posee laboratorios de investigación y desarrollo en ambos lugares.

“A partir del 2005, Gema Biotech se empieza a dedicar exclusivamente al desarrollo y producción de biosimilares, e incorpora dentro de su estructura a otras empresas como Zelltek y PCGEN y conforman lo que se llama hoy en día Amega Biotech. Hoy en día Amega Biotech son básicamente Gema Biotech en Buenos Aires y Zelltek en Santa Fe y producimos biosimilares [...]. Toda la empresa tiene unas 200 personas trabajando. En I+D tenemos unas 30 personas trabajando en dos laboratorios, uno en Buenos Aires y el otro en Santa Fe. Justamente el laboratorio de I+D en Santa Fe está dentro de la UNL. Comparte lugar con el laboratorio de cultivos celulares de la UNL. Y tenemos dos plantas productivas, una acá en Buenos Aires, fundamentalmente para producción en sistemas bacterianos, y la planta de Santa Fe

que se inauguró en el año 2009 para producción de proteínas recombinantes en sistemas eucariotas” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Orti agregó que la relación de la empresa con la nanotecnología fue a través del proyecto FONARSEC y que la “iniciativa la tomó Eriochem, claramente” y, existiendo previo contacto entre Eriochem y Gema Biotech, el proyecto surgió por medio de una propuesta de Eriochem, “que es una empresa conocida, amiga, vinculada a nuestra empresa”. Como resultado, en el proyecto “colaboramos con la parte que nosotros más conocemos, que es la producción de proteínas recombinantes”. El entrevistado explicó que también existía un vínculo previo con la UNL, siendo que “teníamos vínculos con distintos ensayos biológicos con parte veterinaria”. Refirió que la propuesta les pareció “interesante para hacer una alternativa a nuestros programas tradicionales”, con el “apoyo del Estado desde lo financiero y con los socios adecuados como para llevar adelante el tema”, aunque aclaró que Gema Biotech no está “en el desarrollo del producto nanotecnológico”, sino que participó “como colaboradores de este proyecto, con lo nuestro que son los productos biotecnológicos y farmacéuticos” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Por su parte, el director del Centro de Medicina Comparada de la UNL, el doctor en Ciencias Biológicas Hugo Ortega refirió que el proyecto “utilizó a la nanotecnología como una herramienta, no era el fin que tuviera nanotecnología” y su grupo básicamente no tenía “experiencia en nano”:

“Lo que hacemos es evaluar fármacos de diferente origen. La experiencia concreta en nano fue básicamente por este proyecto. De ahí en más se han dado alguna que otra evaluación de medicamentos basada en nanotecnología. Nosotros no hacemos todo lo que sea el desarrollo de la nanotecnología, sino la hacemos en la evaluación del producto [...] teníamos más de 10 años de experiencia en evaluar fármacos, pero no nanofármacos [...]. Con las dos empresas veníamos trabajando hace rato [...]. El trabajo previo con las empresas fue el desarrollo de fármacos, evaluación de fármacos. Con Eriochem y todo el grupo de Gema Biotech veníamos trabajando de, por lo menos, casi 10 años antes” (Comunicación vía Skype con Hugo Ortega de la UNL, 28/06/2017).

Una vez conformado el CAPP, se puso en marcha el proyecto, cuyo objetivo era el desarrollo de nanotransportadores inteligentes para fármacos inyectables para tratamientos oncológicos, a través de la puesta en marcha de una plataforma tecnológica. Estos nanotransportadores posibilitarían que las sustancias químicas utilizadas en tratamientos oncológicos actúen principalmente sobre las células cancerosas, limitando los efectos colaterales. El rasgo innovador del proyecto se centró en la creación de dicho nanotransportador análogo de la lipoproteína de baja densidad humana (LDL), conocido como el colesterol malo, que solubilice y transporte hasta el sitio de acción el principio activo docetaxel, posibilitando una terapia dirigida y localizada:

“[...] fue considerar una droga de la cual tenemos mucha información fisicoquímica. [...] Teniendo información de este producto, pensamos meterlo en una nanopartícula lipídica, dado que es un producto que tiene condiciones de lípido. Y transportarlo con una proteína recombinante, que sintetizó la gente de Gema Biotech [...] trabajamos con una proteína recombinante y logramos transportar vía al receptor LDL, que es un receptor que en muchas enfermedades se sobre expresa lo suficiente como para que uno pueda hacer un transporte científico de determinado tipo de fármacos. Nosotros elegimos para este proyecto un docetaxel. [...] Y de esa forma, por ejemplo, nosotros pudimos lograr que el producto vaya al cerebro en un 8%, que es una cantidad muy alta. O sea, el concepto de pasar la barrera macro encefálica ya de por sí es una cuestión sumamente interesante desde el punto de vista del desarrollo. No lo mires únicamente para este producto, sino a ver si pudiésemos llenar la plataforma con ciertos antibióticos también liposolubles, podríamos cambiar el paradigma de ciertas infecciones cerebrales” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Según el entrevistado, el problema es que “nosotros quizás seríamos mejor recibidos por un país que tenga más desarrollo en la parte farmacéutica”, en “desarrollo real a nivel de lo que son los últimos 500 ratones y los primeros 50 humanos”. En Argentina, señaló, “no se hace, salvo excepciones, no hay estudios de fase uno, que son los primeros estudios de acción farmacológica de un producto en seres humanos” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Por su parte, Orti precisó que a través del proyecto se “buscaba generar unas partículas nanotecnológicas para tratamientos oncológicos que sean dirigidas específicamente a determinados tejidos” y “la parte que producía el reconocimiento ese a un receptor era una proteína que se iba a poner sobre la superficie de la nanopartícula para poder dirigirla al target adecuado”:

“Sobre eso no había disponible en el mercado mundial esa proteína producida de manera industrial. Digamos que se podían conseguir pequeñas cantidades como para investigación y nada más, pero no había ni un proceso ni una disponibilidad de este producto y es lo que en nuestros laboratorios de desarrollo nosotros hacemos con los biosimilares. Es decir, generar proteínas recombinantes en una plataforma de producción industrial” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Cada integrante del CAPP tenía una función específica. Así, mientras que Gema Biotech se encargaba de la producción de la proteína recombinante, Eriochem ensamblaba y cargaba la proteína al nano fármaco y, por último, el Centro de Medicina Comparada realizaba el testeo y la evaluación del proceso. En palabras de Orti, fue “el circuito que se había armado”, pero luego “las cosas empezaron a funcionar en paralelo, porque mientras nosotros estábamos desarrollando la producción de la proteína, Eriochem ya estaba trabajando con las nanopartículas sin la proteína” y tenía que “generar nanopartículas, controlarlas, ver el tamaño, ver los sistemas de producción de nanopartículas, y en Veterinaria tenían que ir montando la estructura como para hacer los estudios”. Entonces, esa estructura “se enganchó con todos los otros servicios que presta

ahí el Centro de Medicina Comparada para brindarles a las empresas y a los investigadores”, algo que, además, “se ha ido reforzando con otros subsidios y ha ido armando un Centro muy importante dentro del tema de los estudios en animales” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Transcurridos los cuatro años, por un lado, se alcanzaron avances en la generación de la plataforma tecnológica para los nanotransportadores. Gema Biotech desarrolló la proteína recombinante y Eriochem logró avances en la producción del nanotransportador:

“Nosotros desarrollamos un sistema de expresión en bacterias para poder expresar esa proteína y purificarla, y esa proteína nosotros la producimos. Hemos hecho lotes que seguimos produciendo y pasándole a Eriochem para que continúen con las investigaciones en la UNL [...]nuestra parte era producir esa proteína, que la produjimos y la analizamos y hacemos el control de calidad. No es solo producirlo sino controlarla y generar lotes en pequeña escala, pero en un proceso que puede ser escalado a nivel industrial y que permite hacer lotes piloto de nanopartículas para ser utilizados en ensayos preclínicos o piloto eficaces” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Por otro lado, se generó la plataforma correspondiente a la evaluación de los nanofármacos en la UNL. Este Centro hoy por hoy brinda servicios a quien lo requiera, realizando ensayos preclínicos de medicamentos y tecnologías médicas de alto interés social, sobre todo aquellos destinados al tratamiento de enfermedades oncológicas. Según Ortega, se cumplieron los dos objetivos. Por un lado, “el de la generación de una plataforma para generar nanotransportadores ahora está en una etapa bastante avanzada” y “se está viendo el tema factibilidad porque los resultados del punto de vista farmacológico no fueron los esperados inicialmente”. En cuanto al segundo objetivo “de generar la plataforma para evaluación de nanofármacos se creó un Centro de Excelencia, que no hay en Latinoamérica un Centro con la acreditación que tiene el nuestro”:

“Es un Centro para la evaluación de fármacos que no hay institutos privados en el país, y hay muy poco a nivel nacional. No hay ninguno en el sector académico a nivel nacional [...]. Hace 20 años que venimos haciendo esto y actualmente se consolidó a través de este proyecto. Hubo mucho equipamiento que adquirimos a través de este proyecto [...]. Los 4 años que nos daba el proyecto es poco tiempo. Cualquier proceso de evaluación de un nuevo fármaco lleva 10 años por lo menos. Por eso en la parte del objetivo de generar la plataforma para nanotransportadores se sigue evaluando la factibilidad [...]. Pero la parte para generar una plataforma para la evaluación de fármacos está funcionando perfectamente [...] en los últimos dos años se quintuplicó la facturación que tenía a valores constantes” (Comunicación vía Skype con Hugo Ortega de la UNL, 28/06/2017).

En el caso de las farmacéuticas como Eriochem, el desarrollo de un nuevo fármaco demanda varios años y grandes montos de inversión, y su motivación para participar en un proyecto financiado por el Estado fue justamente el monto que la ANPCyT ofrecía para los proyectos de los Fondos Sectoriales. No obstante, Núñez mencionó dificultades administrativas, que en este caso refieren a los retrasos en los desembolsos de dinero.

“[...] nosotros participamos de ese tipo de cosas porque ese proyecto fue de 6 millones de dólares. Yo no quiero participar por cosas relativamente pequeñas. Obviamente, esos 6 millones no es que te los dan, esencialmente los invierten [...] yo tengo amigos que están en CONICET, están con proyectos que con suerte le van a dar 20 mil dólares a lo largo del año. ¿Qué podés hacer con eso? Es una mentira, o sea es un chiste [...] si vos trabajas en química es todo plata [...] El concepto es que no se puede hacer mucho. Cualquier proyecto nuestro para el desarrollo de un inyectable, el más barato sale más de 1 millón de dólares. Sin contar los sueldos” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Entonces, en este proyecto había posibilidades, según Núñez, de “hacer cosas serias”, dado que “el desarrollo de un medicamento, de un nuevo medicamento, requiere de mucho dinero” y cuatro años “es una consideración temporal profundamente mezquina, porque cualquier proyecto nuestro lleva mucho tiempo, 6 o 7 años”. Además, remarcó, que “no solamente fueron 4 años, sino con un problema muy serio en torno a la utilización económica de los recursos”:

“Empezamos a contar con la mayoría de los recursos, al año y pico. Tener el cronograma y no tener los materiales para trabajar es.... Hay cosas que se pueden hacer, pero no todo se puede hacer. Nosotros tenemos toda una infraestructura acá que nos ha ayudado enormemente. Si hubiéramos tenido que hacer un proyecto de la nada, hubiésemos estado jodidos” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Por otro lado, para Gema Biotech las dificultades y desafíos estuvieron en el plano técnico, ya que los asuntos burocráticos estuvieron manejados por Eriochem:

“[...] tampoco es que recibimos un montón de dinero, pero algo recibimos como para justificar en el proyecto salirnos de nuestra línea y meternos en otras cosas más innovadoras [...]. El financiamiento fue menor. Se compró algún equipo, se compraron tres equipos que se incorporaron a nuestro laboratorio de desarrollo. [...] la mano de obra se pagó. Nosotros queríamos que se nos cubran los gastos que nos iba a representar y que no afecte nuestra estructura, nuestros proyectos andando. Entonces, no teníamos equipos disponibles para dedicar a eso, entonces solicitamos lo que necesitábamos [...]. Después la parte se redujo al tema técnico específicamente para nosotros, que era una proteína desconocida [...]. No se tenía conocimiento de un sistema de expresión de este tipo de proteínas en bacterias, entonces eran todos desafíos tecnológicos más que nada, que los fuimos superando” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

Sin embargo, y a pesar de ciertas dificultades, para los tres integrantes del CAPP la experiencia fue sumamente positiva. En el caso de las empresas, ambas destacaron que pudieron incrementar vínculos con el sector académico y trabajar de una manera dinámica, aprendizaje que se llevan para futuros proyectos. En el caso particular de Eriochem, además les sirvió para participar en otros proyectos internacionales con universidades extranjeras por montos de dinero superiores a los de los Fondos Sectoriales. Según Núñez, “nunca habíamos trabajado en forma mancomunada con, con otras empresas sí,

pero con el Estado nunca” y que a pesar de “un montón de desinteligencias y demás, pudimos sobrellevar las cuestiones y trabajar con el Estado”:

“Obviamente que nosotros tenemos mucha relación con la parte del sector académico, de lo que es CONICET. No somos autistas. Tratamos de sobrellevar las cosas utilizando todos los recursos que hay [...]. El proyecto de nanotecnología nos sirvió para presentarnos junto con 6 universidades, en Europa, Horizonte 2020. Fuimos sobre una llamada sobre Alzheimer, que estaba comandada por la Universidad de Torino [...] puedes escribir un proyecto para participar en Horizonte 2020 donde te den bola 6 universidades extranjeras, para la parte de Alzheimer, para un llamado que era de 145 millones de dólares. También son subsidios. Necesitas mucha plata para hacer las cosas” (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Por su parte, Orti añadió que incrementaron el vínculo con Eriochem y que están analizando “distintos proyectos de distintas tecnologías que pueden ser incorporadas a futuro con otros productos” y algunos en colaboración con la UNL, la parte veterinaria y “comercialmente, obviamente es una apuesta de riesgo a largo plazo, que no implica una inversión muy grande de nuestra parte, teniendo en cuenta que hubo un apoyo estatal”. En cuanto a la etapa de comercialización, si bien no fue alcanzada en los cuatro años previstos por el proyecto, Eriochem sigue trabajando para llevar estos nuevos fármacos al mercado, y Gema Biotech produce las proteínas recombinantes siempre y cuando les sean solicitadas. En palabras de Orti, “se está continuando”, si bien “comercialmente todavía estamos lejos de algo, me parece positivo trabajar en algo concreto que va enfocado hacia un tratamiento específico, una cosa bien dirigida a una aplicación” y “se están testeando modelos en animales en ese sentido”. Lo positivo, según Orti, es tener ese desarrollo en Argentina “que implica además el desarrollo del *know how*, de la capacitación de la gente”:

“Obviamente nosotros estamos dentro de lo que es nuestra especialidad. Tampoco estamos como para invertir en proyectos de alto riesgo o grandes cantidades de dinero. Pero en la medida en que se presenten, como en este caso, alguna cosa así de interesante, bien financiado y bien definidos los objetivos que coincidan con nuestras capacidades, etc. y etc., funciona”(Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017).

De llegar al mercado, Gema Biotech serían “los productores de la proteína” y su rol “sería venderle la proteína a Eriochem para que hagan la nanopartícula” (Comunicación personal con Eduardo Orti de Gema Biotech, 04/12/2017). Por su parte, en referencia a la comercialización de nuevos fármacos, Eriochem destacó dos grandes debilidades, como lo son el acceso al financiamiento y la disposición de recursos humanos especializados:

“El desarrollo de un nuevo medicamento, requiere de mucho dinero. Porque para ir hacia a la parte humana, se requiere un montón de información que es profundamente difícil de obtener. Es decir, es cara de obtener. [...] estoy hablando de dinero, porque acá las cosas no funcionan con amor solamente [...]. Cuando vos haces la traslación de lo que es la investigación básica a la investigación clínica es

extremadamente importante tener gente que sea capaz de hacer eso. O sea, los clínicos que tienen que enfrentarse con las primeras pruebas en humanos [...] eso es una enorme falta que tenemos. Nosotros tenemos amigos, gente muy capacitada en eso, pero es una de las cuestiones más serias que tiene Argentina. Tienen muy poco de este tipo de personas en disponibilidad, investigadores clínicos de fase, a eso me refiero. No investigadores clínicos de fase 3, de fase 2, en fase 4 hay muchos más. [...] Por más que vos estés profundamente seguro con la parte animal de la toxicología, toda la farmacología completa animal, ir hacia la parte humana es todo un hito. Y más en la actualidad que se han subido muchísimo los requerimientos [...]. Lo más crítico es la parte humana. Lo humano con plata no lo compras" (Comunicación telefónica con Lucio Núñez de Eriochem, 17/05/2017).

Como resultados, el proyecto que lideró Eriochem, posibilitó la formación de recursos humanos calificados en el Centro de Medicina Comparada de la UNL, fortaleció el trabajo interdisciplinario entre las dos empresas y el grupo de investigación de una universidad pública, generó posibilidades de participación en otros proyectos y, por último, generó un Centro de evaluación de fármacos en la UNL que ya se encuentra en funcionamiento.

4.5. A modo de síntesis

En este capítulo hemos presentado dos proyectos del área de la nanotecnología, describiendo sus características más importantes. Estos dos casos muestran las dinámicas que se ponen en marcha al momento de la ejecución de los instrumentos de política científica y tecnológica.

El proyecto de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas es un caso testigo que visibiliza las enormes dificultades en el plano administrativo y burocrático, como las demoras en la compra de equipos, los trámites necesarios para llevar a cabo esas compras y el atraso del peso respecto al dólar, lo que hace que se pierda poder de compra. Las dificultades en este plano fueron tan grandes que el proyecto se extendió en su tiempo de ejecución, previsto para cuatro años, y hacia fines de 2017 no tenía todo el equipamiento necesario y la conformación de la plataforma tecnológica, objetivo del proyecto, parecía muy lejano. Otra característica relevante de este caso es que fue la parte pública la que impulsó y lideró el CAPP y las empresas que se sumaron tuvieron una escasa participación. La empresa que más se involucró, Essen, tampoco tuvo gran una participación –su motivación para participar estuvo en apoyar al investigador y generar un nuevo producto para su línea productiva, que se llegó a desarrollar pero, por cuestiones comerciales y requerimiento de mercado, por el momento no se comercializa– y CT Electromecánica participó solamente con la esperanza de llegar a vender sus nanotubos de carbono, aunque no se involucró de manera sostenida y hacia fines de 2017 ni siquiera seguía al tanto del estado del proyecto. Por su parte, el director del proyecto, Audebert, declaró que su motivación para conformar el CAPP fue la adquisición de equipamiento, que, si bien se contempla dentro de los FONARSEC, no era su objetivo principal, que es el

desarrollo de nuevos productos que tengan como base la nanotecnología. Por todos estos motivos, consideramos este proyecto como un fracaso.

El segundo proyecto presentado, “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”, es un caso atípico dado que los proyectos sectoriales en nanotecnología tuvieron, en la mayoría de los casos, un líder perteneciente a la parte pública, mientras que en este caso fue una empresa Eriochem la que lideró el CAPP. Fue esta empresa la que llevó adelante el proyecto, siguiendo un objetivo propio, que fue el desarrollo de un nanotransportador para medicamentos oncológicos. Durante el proyecto, las tres partes –dos empresas y un instituto de investigación– trabajaron sinérgicamente y, pese a las dificultades en el plano burocrático, y este finalizó con resultados prometedores para Eriochem, que actualmente sigue trabajando para llevar al mercado el fármaco generado. Por otro lado, para la parte pública, el resultado fue la conformación de una plataforma tecnológica para el análisis biológico integral de fármacos, que cumple con normas internacionales de calidad. En suma, este proyecto alcanzó los objetivos que se había propuesto inicialmente, siendo además uno de los tres proyectos seleccionados como exitosos por el Banco Mundial y por el BID, por lo cual lo seleccionamos como un caso testigo de éxito. En este sentido, fue un proyecto *mission oriented*, que partió desde un objetivo concreto de una empresa privada, cuya motivación siempre fue llegar al mercado, mientras que el proyecto de nanocompuestos fue moldeado por la parte pública y donde las empresas tuvieron escasa participación y que, además, tuvo como objetivo equipar a los laboratorios e institutos públicos que conformaron este CAPP.

Conclusiones

Esta investigación se propuso analizar el intento de un país semiperiférico de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología, conceptualizada como una TPG desde la gestión de las políticas públicas, con el objetivo de mejorar la competitividad de su economía. Para ello, recurrimos a la reconstrucción, caracterización y evaluación de la trayectoria de las políticas en el área de nanotecnología, implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje de análisis las iniciativas de promoción del sector que consideramos más relevantes, entre las cuales se encuentra la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC)—a través de la selección de dos casos testigos de proyectos pertenecientes al área de nanotecnología— con el fin de determinar las fortalezas y debilidades del proceso de asimilación de la nanotecnología en la Argentina.

Como vimos en el capítulo 1, los organismos internacionales —entre los cuales destacaron el Banco Mundial, el BID, la OCDE, entre otros—tuvieron una fuerte incidencia en la definición de las prioridades de las agendas de investigación de los países semiperiféricos latinoamericanos—Brasil, México y Argentina—, lo que motivó que la NyN fuera determinada por muchos países como un área prioritaria en materia de ciencia y tecnología. Pese a las diferencias entre Brasil, México y Argentina, los tres países empezaron a invertir en el desarrollo de la NyN, con el mismo argumento de fondo: buscando incidir en la competitividad de sus economías en el corto y/o mediano plazo. Sin embargo, según algunos autores (Delgado Ramos, 2007; Foladori et al., 2012; Foladori e Invernizzi, 2013), las políticas de NyN de los tres países se encuadran bajo los lineamientos de los organismos internacionales y sus agendas de investigación se configuran dentro de las redes académicas internacionalizadas, que siguen sus propias necesidades y problemáticas, afines en todo caso a las agendas de competitividad económica de las economías centrales (Hurtado et al., 2017).

Un fuerte disparador que dio origen a estas políticas fue el lanzamiento de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) estadounidense a fines del 2000, si bien existían en la Argentina grupos de investigadores trabajando en temáticas vinculadas a la nanotecnología, aunque sin definirla bajo ese término, que demandaron apoyo estatal al área. Ahora bien, como consecuencia de la crisis terminal de 2001, los primeros pasos en materia de políticas de promoción a la NyN se dieron recién a fines de 2003 e inicios de 2004, en un contexto de ausencia de diagnósticos capaces de dimensionar las capacidades públicas de gestión de la nanotecnología y las potencialidades del sector productivo para asimilar esta nueva área del conocimiento al mejoramiento de productos y procesos. Esta debilidad se pone en evidencia en las sucesivas reformulaciones y

dispersión de las metas de la política de nanotecnología y en los cambios en las prioridades de la FAN a lo largo de su trayectoria.

En el capítulo 2, mediante un recorrido cronológico por las políticas de promoción a la NyN, vimos que la estrategia fue sufriendo reformulaciones en sus orientaciones, objetivos y formas de ejecución. Así, en un primer momento, que abarca el período 2003-2007, se pusieron en marcha iniciativas tendientes a fortalecer principalmente la nanociencia a través de la creación de redes científicas orientadas a la generación de conocimiento en un área emergente. En este período, en primer lugar, la nanotecnología fue conceptualizada como “área de vacancia” y las políticas que la promovieron lo hicieron bajo un enfoque de gran área de conocimiento, ya que no definieron nichos ni demandas socio-productivas, como puede verse en el Programa de Áreas de Vacancia (PAV) que impulsó la ANPCyT en 2004. En estos años la conformación de una comunidad local de investigación en NyN se caracterizó, además de la actividad de los grupos que ya trabajaban con nanotecnología, por una reorientación de temáticas de investigación hacia lo “nano”, como una estrategia de acceso a mejores condiciones de trabajo. Sin embargo, pese a que en las primeras iniciativas de impulso a la NyN primó una orientación más científica que tecnológica, la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) en 2005 buscó ubicar el centro de gravedad al mundo empresarial, relegando a un papel secundario a la comunidad científica, aunque, no había una estrategia que fuera acorde a este objetivo.

En segundo lugar, la nanotecnología fue reconfigurada bajo la noción de “tecnología estratégica”, lo que puede verse en el Plan Bicentenario (2006-2010) y en Programa de Áreas Estratégicas (PAE) que financió la ANPCyT en 2006, y que dio como resultado la creación de dos nuevas redes de NyN que incorporaron en sus estructuras una escasa cantidad de empresas. A partir de este momento, las políticas comenzaron a incorporar al sector productivo y a orientar las convocatorias de tal manera que una condición necesaria fuera que haya empresas participando en los proyectos. Ahora bien, es importante remarcar que en estas convocatorias el factor empresarial comenzó a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales. Complementariamente, desde el sector público hacían falta nuevas capacidades de coordinación entre la SECyT y, por ejemplo, los Ministerios de Economía e Industria, la producción de estudios sobre cadenas de valor, estudios enfocados en los marcos regulatorios y formación de competencias para la comercialización, entre otros aspectos.

Así, a partir de 2007, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), las políticas de promoción a la nanotecnología buscaron dar un salto cualitativo en los intentos de vincular el sector académico y de investigación con el sector productivo. En esta dirección fueron creados en 2009 por la ANPCyT, ahora perteneciente al MINCyT, los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), con el objetivo

de vincular al sector de investigación y el productivo, una iniciativa novedosa en materia de política científica y tecnológica. En la misma dirección, en 2012 el MINCyT presentó el plan *Argentina Innovadora 2020*. En este plan se definía la nanotecnología como una tecnología de propósito general (TPG), reconfigurándola nuevamente y caracterizándola como un área tecnológica esencial en la política nacional de ciencia y tecnología (MINCyT, 2012: 41). En otros documentos oficiales también se utilizaba el enfoque de TPG para referirse a la nanotecnología (Vila Seoane y Rodríguez, 2012: 7; Barrere y Matas, 2013: 9; MINCyT, 2016a: 9; 32).⁷³

A pesar de que en el discurso de los actores que impulsaban la NyN se asumía que apostar a la adopción de una nueva TPG supone procesos de crecimiento diferentes al que supone el crecimiento por innovaciones incrementales, lo que aparecía en el discurso no se iba a reflejar en una concepción sistémica de las políticas para el área que fuera acorde a los objetivos explicitados. Por ejemplo, se necesitaban empresas que estuvieran dispuestas a aprender cómo incorporar la nanotecnología a sus procesos productivos y de iniciativas que las ayudaran a afrontar “el desarrollo de los muchos insumos complementarios”, así como el “prolongado proceso de ajuste que incluye la reorganización de los lugares de trabajo” que además llevaría a la diversificación de los recursos presupuestarios, el entrenamiento del personal y demás (Helpman, 2004: 51-52).

El objeto de análisis del capítulo 3 fue la FAN, centrándonos en la reconstrucción de su trayectoria y en la determinación de su espacio en el entorno nanotecnológico nacional. Es posible separar esta trayectoria institucional en tres etapas cronológicas diferenciadas: (i) objetivos iniciales (2005-2007); (ii) reformulación de objetivos (2007-2011); (iii) incorporación de promoción e incubación (2011-actualidad).

La FAN, impulsada inicialmente por Lavagna y creada bajo un decreto presidencial en 2005, buscó ubicar en el centro del escenario al sector productivo bajo el argumento del incremento de la competitividad, aunque esta iniciativa giraba alrededor de la vinculación con la empresa norteamericana Lucent Technologies, consistiendo en la construcción de un laboratorio limpio en el CAB para caracterización y medición de los desarrollos que realizara Lucent, excluyendo la fabricación y los desarrollos de Argentina. Luego de que esta estrategia fuera abandonada por desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas, Lavagna renunció a su cargo de ministro y fue sucedido por Miceli, dado que, en sus primeros años de funcionamiento, la FAN estuvo bajo la dependencia del Ministerio de Economía. En este ministerio “no sabían qué hacer” con la FAN. En este contexto y ante la dificultad de trazar un rumbo para la FAN, por recomendación de la coordinación de la FAN, fue creado su Consejo Asesor y la Fundación cambió de orientación hacia un

⁷³ El informe de Vila Seoane y Rodríguez (2012) fue encargado por el MINCyT buscando caracterizar empresas y grupos de investigación en nanotecnología en el país y el estudio que realizaron Barrere y Matas (2013) sobre indicadores en nanotecnología en Argentina fue en el marco del proyecto de cooperación de ciencia y tecnología entre la UE y Argentina.

esquema más participativo, abriendo el juego a otras empresas. En aquel momento fue abierto un concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología con una fuerte orientación productiva. Dado el enfoque productivo de esta convocatoria, se esperaban resultados en el corto o mediano plazo y, de esa forma, se esperaba financiar a la FAN, que hasta ese momento sólo disponía de los 10 millones de dólares iniciales que le habían sido otorgados al momento de su creación. No obstante, al lanzar la convocatoria no se consideró la inexistencia de un mercado de nanotecnología en el país, existiendo solo algunas pocas empresas interesadas en la nanotecnología. Como resultado, habiéndose presentado 20 iniciativas, solo un proyecto fue financiado. Además de la inexistencia de empresas nacionales vinculadas a la nanotecnología, otros factores que explicaron el fracaso de este concurso fueron, por un lado, el hecho de que las instituciones representadas en el Consejo Asesor habían presentado sus propias iniciativas en la convocatoria y todas buscaban “hacerse del dinero de la FAN” y, por otro lado, en los proyectos se buscaban antecedentes, pero simultáneamente debían ser proyectos originales, lo que terminaba siendo una contradicción. En simultáneo, la polémica generada en torno a la creación de la FAN congeló, en parte, su actividad inicial.

A partir del 2007 y del fracaso de las “Ideas-Proyecto”, la FAN entró en la etapa de reformulación de objetivos. El fracaso de la convocatoria de Ideas-Proyecto fue un elemento para entender que las metas iniciales que se propuso la FAN eran inviables, evidenciando al mismo tiempo la falta de mecanismos institucionales para la búsqueda de consensos sectoriales que suponen una política pública y la creación de una institución en el marco de esa política. En este punto resulta claro que la FAN había sido creada sin un consenso generalizado por la comunidad científica. Creado el MINCyT, algunos actores buscaron que la FAN pase al nuevo ministerio. Entonces, entre los años 2007 y 2011, dado que la función original esbozada en el Decreto 380/2005 era irrealizable, los objetivos de la FAN se reorientaron a la difusión y divulgación, aunque, según el presidente de la FAN, este era un nuevo camino para hacer llegar la nanotecnología a las industrias. Aun así, la difusión por sí sola no iba a ser capaz de desencadenar emprendimientos industriales y, en el mejor de los casos, lograría interesar algunas pocas empresas para que pudieran decidir acciones para incorporar la nanotecnología en sus líneas productivas.

A partir del 2011, además de las actividades de difusión y divulgación, la FAN empezó a financiar pequeños proyectos en las etapas Pre-Semilla y Semilla, a través de un subsidio reducido a aquellas ideas aprobadas por su Consejo de Administración, buscando recuperar en menor escala el objetivo inicial de impulsar el mejoramiento del desempeño de algunas empresas a través de la incorporación de nanotecnología. Hacia fines de 2017 se contabilizaban alrededor de 60 proyectos financiados, pero que presentaría una alta tasa de fallos. La otra iniciativa tendiente hacia la misma dirección fue la creación del laboratorio Nanofab, un espacio equipado que ofrece servicios a empresas e

investigadores y que, además cuenta con salas para incubación empresarial. Sin embargo, la FAN también participó en la definición de las líneas prioritarias para el Fondo Sectorial de Nanotecnología, perteneciente al FONARSEC, y en la elaboración de las normas IRAM para nanotecnología –aunque este proceso continua–, mostrando su capacidad para adaptarse al contexto y ocupar espacios que se le van abriendo.

En síntesis, además del impacto logrado por la FAN a nivel cultural a través de iniciativas de difusión y comunicación de la NyN, se puede hablar de procesos de aprendizaje. Los procesos de aprendizaje y reformulación se observan en la función principal asignada a la FAN. Mientras que el objetivo inicial de la política de nanotecnología se centró en el aumento de la competitividad de la economía, luego de casi quince años se logró impactar al nivel de lo que podríamos llamar casos testigos, como muestra el breve análisis de las seis empresas incubadas por el programa Nanofab. En todos los casos, se trata de resultados incipientes y heterogéneos de donde no se pueden extraer balances o tendencias robustas. La función de la FAN también debió ser reformulada, pasando del fomento de la competitividad a la difusión y comunicación de la nanotecnología, mientras que el impacto de la nanotecnología sobre el desempeño de las empresas quedó reducido al momento de cierre de esta investigación a la incubación de seis emprendimientos.

En el capítulo 4, contrastamos dos casos, uno de éxito y uno de fracaso, cristalizados en dos proyectos del Fondo Sectorial de Nanotecnología, con foco en sus fortalezas y debilidades. El FONARSEC fue creado como un recurso clave para resolver el problema de la escasa vinculación entre las actividades de ciencia y tecnología y los problemas y necesidades específicos del contexto local. La creación de este fondo buscó la convergencia de tres TPGs definidas como tales en el plan *Argentina Innovadora 2020* –la biotecnología, la nanotecnología y las TICs– con las necesidades de desarrollo local enmarcadas en los sectores de agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria (NSPE). La nanotecnología aparecía en sólo cinco de los 34 NSPE –autopartes, transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado, componentes electrónicos, plataformas tecnológicas y nanomedicina–, dado que no necesariamente las necesidades estaban asociadas a estas tres TPGs, sino que se buscó abrir “oportunidades para hacer proyectos de investigación” sobre la base de estas tecnologías y de traerlas “al ambiente argentino para ver si esto generaba algo extra”.

Sin embargo, una falencia fue que en la selección de las temáticas y líneas prioritarias se acudió a expertos más del mundo científico que del mundo empresario y en el caso de nanotecnología, las consultorías que se hicieron –en las que participó la FAN–, determinaron lo más importante a desarrollar pero a nivel del estado del área, sin considerar el nivel de desarrollo económico argentino y, en definitiva, no reflejaron el grado de desarrollo productivo nacional. Esto dificultó las convocatorias por la escasez de grupos

adecuados a los temas seleccionados. Isabel Mac Donald, que fue directora del FONARSEC en el período 2009-2017, comentó que el programa, a través de la vinculación público-privada –solicitada por el Banco Mundial, pero que también se buscaba desde el lado argentino–, buscó “producir cambios sustanciales en lo que puede ser la matriz productiva general de productos innovadores que puedan, en algún momento, irrumpir en el mercado”, pero a través de la generación de nichos que se pudieran “incorporar desde industria o desde producción”, ya que “no vas a modificar la matriz productiva de un país desde el ministerio de CyT”, que “se modifica desde otras áreas, pero vos podés utilizar la base científica para que aporte a esos sectores, cosa que no se había hecho hasta ese momento”. Pese a sus falencias, este fondo, a diferencia de los instrumentos anteriores, no buscó la generación de conocimiento en el área, sino que estuvo orientado hacia proyectos con objetivos de generar soluciones a problemas sociales y productivos concretos, algo que podría definirse como *mission oriented* (Ergas, 1987).

El proyecto titulado “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas” reunió un CAPP entre la FIUBA, ADIMRA y las empresas Essen Aluminio S.A. y CT Electromecánica SRL y recibió alrededor de un millón y medio de dólares para unos cuatro años de trabajo. Su objetivo fue desarrollar una plataforma tecnológica para acercar conocimientos y materiales para la industria metalmecánica, proporcionando y desarrollando conocimientos sobre cada componente de la cadena de procesos de desarrollo de nanocompuestos y generando una estructura de formación de recursos humanos en nanomateriales que asegure una continuidad de progresos. El proyecto avanzó con dificultad en lo que respecta a la adquisición de equipamiento, con fuertes retrasos en los procesos de compra y topándose con fuertes trabas burocráticas y, como resultado, hacia fines de 2017 –momento de realización de las entrevistas a los actores clave– la plataforma estaba lejos de desarrollarse, faltando varios equipos contemplados inicialmente por su estructura y habiéndose realizado un cambio en su lugar físico, del Centro Metropolitano de Diseño al INTI. Este caso visibiliza las enormes dificultades en el plano administrativo y burocrático, que fueron tan grandes que el proyecto se extendió en su tiempo de ejecución, previsto para cuatro años. Otra característica relevante de este caso es que fue la parte pública la que impulsó y lideró el CAPP y las empresas que se sumaron tuvieron una escasa participación. La empresa que más se involucró, Essen, tuvo como principal motivación apoyar al investigador y generar un nuevo producto para su línea productiva, que se llegó a desarrollar pero, por cuestiones comerciales y requerimiento de mercado, por el momento no se comercializa. La otra empresa, CT Electromecánica, participó solamente con la esperanza de llegar a vender sus nanotubos de carbono, aunque no se involucró de manera sostenida y hacia fines de 2017 ni siquiera seguía al tanto del estado del proyecto. Por su parte, el director del proyecto declaró que su motivación para conformar el CAPP fue la adquisición de

equipamiento, meta que se contemplaba dentro de los FONARSEC, pero no como objetivo principal. Por todos estos motivos, consideramos este proyecto como un fracaso.

En contraposición, el proyecto titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos” reunió al Centro de Medicina Comparada de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNL por la parte pública, y dos empresas, Eriochem S.A. y Gema Biotech S.A., con un presupuesto de alrededor de 4 millones de dólares, se propuso generar una plataforma tecnológica para el desarrollo de nanotransportadores biológicos para fármacos utilizados en terapias oncológicas, a través del desarrollo de unas partículas nanotecnológicas para tratamientos oncológicos que sean dirigidas específicamente a determinados tejidos, buscando minimizar los efectos colaterales de este tipo de tratamientos. Un objetivo complementario fue el establecimiento de una plataforma tecnológica para el análisis biológico integral de fármacos, que cumpla con normas internacionales de calidad. En este caso, la dirección del proyecto recayó sobre el director de investigación de Eriochem, una empresa farmacéutica entrerriana que concentra su actividad en el desarrollo y producción de genéricos oncológicos y genéricos inyectables.

Entre los factores que explican el éxito posterior de este proyecto fue, en primer lugar, la existencia de una relación de trabajo previa entre las dos empresas y entrecada empresa con el grupo de investigación. En segundo lugar, la relación de Eriochem con la nanotecnología era integral, en otras palabras, venían trabajando con nanotecnología desde antes del proyecto y definieron un objetivo en base a sus intereses. Y, en tercer lugar, fue el único caso de un proyecto FS Nano liderado por una empresa, lo que implicó un pleno involucramiento de la parte privada del CAPP y se llegó a la vinculación buscada entre el sector público y privado. Entonces, transcurridos los cuatro años, por un lado, se alcanzaron avances en la generación de la plataforma tecnológica para los nanotransportadores, aunque no se llegó a desarrollar el fármaco, proceso que requiere más de cuatro años de trabajo y, por otro lado, se generó la plataforma de evaluación de los nanofármacos en la UNL, que ya se encuentra en funcionamiento. Además, otros resultados fueron la formación de recursos humanos calificados en el Centro de Medicina Comparada de la UNL y el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre las dos empresas y el grupo de investigación de una universidad pública, que generó posibilidades de participación en otros proyectos. Entonces, se puede afirmar que este proyecto alcanzó los objetivos que se había propuesto inicialmente, por lo cual lo seleccionamos como un caso testigo de éxito. En este sentido, fue un proyecto *mission oriented*, que partió desde un objetivo concreto de una empresa privada, cuya motivación fue siempre llegar al mercado. Por el contrario, el proyecto de nanocompuestos fue moldeado por la parte pública, las empresas tuvieron escasa participación y además tuvo como objetivo equipar a los laboratorios e institutos públicos que conformaron el CAPP.

Desde la negociación que dio origen al FONARSEC, se contempló su financiamiento a partir de préstamos del Banco Mundial y del BIRF, proceso que debe ser dimensionado en base a su contexto. Así, durante la década de 1990 hubo un aumento tanto de las fuentes de financiamiento externo –resultado de la negociación con organismos internacionales de crédito–, como de las consultorías internacionales (Carrizo, 2011: 123), presentes ambas en el proceso de creación del FONARSEC. Sin embargo, dada la confidencialidad en la que se desarrollan los procesos concretos de negociación entre los actores locales del ámbito de ciencia y tecnología y los funcionarios de los organismos internacionales –que se infiere por la falta de documentos oficiales que los aludan o de producción académica que los estudie–, uno de los grandes cuestionamientos que surge frente a la predominancia del financiamiento internacional es la influencia que estos organismos puedan ejercer sobre las orientaciones de las actividades científico-tecnológicas locales y en las áreas consideradas como prioritarias (Carrizo, 2011: 125).

En el caso de la nanotecnología, como vimos en el capítulo 1, la influencia de los organismos internacionales para determinarla como un área “prioritaria” a promover desde políticas públicas locales fue central. Así, si bien es visible el grado de influencia de los organismos internacionales en la definición de sectores estratégicos, esta tesis carece de información empírica para determinar o analizar el grado de influencia que tienen los organismos internacionales de crédito en relación a las políticas e instrumentos de política implementados por el MINCyT, como el FONARSEC. Sobre este punto, algunos actores como Isabel Mac Donald y Juan Carlos Del Bello,⁷⁴ señalan que la negociación con los organismos internacionales depende de la capacidad negociadora del país, de la calidad de sus cuerpos técnicos y profesionales y de que éstos tengan claro hacia dónde quiere ir el país. Así que, dicho de forma simplificada, si el país tiene buena capacidad de negociación se pueden formular buenos proyectos, mientras que si el país carece de capacidad de negociación el riesgo que se corre es de terminar replicando experiencias de otros países, trasplantando una experiencia de un país a otro sin considerar la especificidad del contexto (Carrizo, 2011: 126).

El proceso de diseño del FONARSEC requirió un importante trabajo de acople y coordinación institucional entre el ámbito político estratégico de la Secretaría de Planeamiento y Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación y el ámbito operativo ANPCyT (Lengyel et al., 2014: 25), ambos dentro de la esfera del MINCyT. Sin embargo, algunos trabajos dan cuenta de importantes fallas de articulación entre la mencionada secretaría y la ANPCyT en lo que respecta a la implementación del FONARSEC (Rubianes y Baptista, 2012; Lengyel et al., 2014). Esto refiere a los NSPE delimitados en el plan *Argentina*

⁷⁴ Juan Carlos Del Bello fue Secretario de Políticas Universitarias (1993-1996), Subsecretario de Inversión Pública y Financiamiento Externo del Ministerio de Economía (1996-1996) y Secretario de Ciencia y Tecnología (1996-1999). Es consultor nacional e internacional en temas de ciencia y tecnología (BID, BIRF, CEPAL, ONUDI). Actualmente es Rector de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN).

Innovadora 2020 y las temáticas que promovió el FONARSEC. En nanotecnología, el plan identificó cinco NSPE relacionados a esta área: “Autopartes”, “Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado”, “Componentes electrónicos”, “Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina” (MINCyT, 2012: 65, 67), mientras que las líneas prioritarias que definió el Fondo Sectorial de Nanotecnología fueron: nanoarcillas, aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, del área de desarrollo de Nanomateriales; nanoencapsulados, del área de desarrollo Nanointermediarios; y MEMS, del área de desarrollo Nanosensores (Disposición N° 002/10). Según Lengyel et al. (2014), luego de la puesta en marcha del plan *Argentina Innovadora 2020* en 2012, se esperaba que las convocatorias posteriores de los Fondos Sectoriales –que comenzaron en 2010– fueran guiadas por los NSPE identificados, aunque esto no ocurrió.

Por otra parte, el proceso de implementación del FONARSEC no estuvo exento de dificultades, dada la falta de experiencia previa en el diseño de este tipo de instrumento (Rubianes y Baptista, 2012: 7), presentándose muchas dificultades al momento de su ejecución, que podemos resumir en una escasa capacidad de planificación y definición de temáticas, la ausencia de seguimiento y evaluación de los proyectos, así como una escasa retroalimentación entre el diseño e implementación de los programas. Asimismo, una cuestión que generaron los FS fue una resistencia por parte de los organismos públicos a adaptarse al nuevo modelo de gestión, lo que derivó en las dificultades en el plano administrativo y de gestión que enfrentaron los beneficiarios.

Las críticas más fuertes de los beneficiarios se pueden resumir en dos: las trabas administrativas y las recurrentes devaluaciones de la moneda argentina. Ambos factores impactaron en los tiempos de ejecución de los proyectos negativamente. Así, las falencias se concentraron en los tiempos que demandan los procesos de adjudicación del dinero, la compra de equipamiento científico-tecnológico y el impacto que produce en éstos los procesos de devaluación e inflación que caracterizaron la economía argentina de los últimos años. Las serias dificultades administrativas que afrontaron la mayoría de los proyectos derivaron en una extensión de los tiempos de ejecución –originalmente contemplados en cuatro años– y, en algunos casos, a la interrupción del proyecto. Tal es el caso del proyecto “Nanocompuestos de matriz metálica y aleaciones nanoestructuradas”, que se inició en 2011 y a fines de 2017 no se encontraba finalizado. Según Rubianes y Baptista (2012: 36), el presupuesto de los proyectos FONARSEC se concentró fuertemente en los rubros Recursos Humanos y Bienes de Capital, que sumados representaron más del 50%, mientras que el rubro con menor asignación de recursos fue Gastos de Administración con un 2%, proporción que resulta llamativamente baja teniendo en cuenta que se trata de proyectos ejecutados por varias instituciones que conforman una nueva figura institucional, aumentando la complejidad de

la tarea administrativa. Tal como vimos en el capítulo 4, el manejo de la gestión y administración de los proyectos fue una traba muy importante para el avance de los mismos, dado que generó fuertes demoras en la adquisición de equipamiento científico-tecnológico, produciéndose serios retrasos en la ejecución de los proyectos. En este sentido, según el estudio realizado por Rubianes y Baptista (2012) con foco en los FS, una cuestión que fue resaltada por los beneficiarios de este instrumento fue la necesidad de contar con espacios de interacción con quienes gestionan el instrumento, como manera de paliar las complicaciones en el plano administrativo. Al respecto, la directora del FONARSEC comentó que las dificultades administrativas fueron de enorme magnitud por la costumbre de los beneficiarios del sector público de manejarse administrativamente según los reglamentos de la institución a la que pertenecen (Comunicación personal con Isabel MacDonald, 22/03/2018).

Las críticas mencionadas por los beneficiarios y las autoridades del FONARSEC se pueden resumir en: (i) problemas administrativos de la ANPCyT para acompañar la ejecución de los proyectos, en parte, explicado por la falta de estabilidad de los interlocutores de la ANPCyT y la falta una unidad especializada para la administración de fondos de los proyectos, cuya ausencia derivó en un sobrecargo de actividades administrativas que recayó, principalmente, en los investigadores, dado que en la mayoría de los proyectos los investigadores fueron asignados como responsables administrativos, factor que da cuenta nuevamente de la escasez de participación empresarial; (ii) ausencia de coordinación entre las instituciones que administran la transferencia –ANPCyT– y la ejecución de los fondos de los proyectos –instituciones del sector científico-tecnológico y empresas integrantes de los consorcios–, las cuales manejaron protocolos de acción incongruentes; (iii) problemas derivados de la exigencia que supone que los presupuestos de los proyectos sean en pesos, lo cual, dadas las sucesivas devaluaciones de la economía argentina, derivaron en la pérdida del poder de compra de los CAPPs; (iv) demoras en la compra de equipamiento proveniente del exterior, explicados, en parte, por los requerimientos de la ANPCyT y del Banco Mundial, y por las Declaraciones Juradas Anticipadas de Importación (DJAI), que derivaron en el retraso de hasta dos años en el comienzo de ejecución de los proyectos; (v) problemas para la ejecución de los proyectos derivados de los cambios de autoridades en las instituciones públicas integrantes de los consorcios durante la ejecución de los mismos; (vi) dificultades administrativas no contempladas de la vinculación entre las instituciones públicas encargadas de la ejecución de los proyectos y los proveedores industriales nacionales o extranjeros; (vii) ausencia de mecanismos que contemplen imprevistos en la ejecución de los proyectos, como fallas de funcionamiento de los equipos importados, por ejemplo; (viii) dificultades derivadas de los tiempos requeridos para la ejecución de los proyectos—cuatro años en promedio—, y los requeridos para la obtención de productos comercializables; (ix) problemas de fabricación

y escalamiento de los productos para llegar a la comercialización en la etapa industrial; (x) dificultades para comercializar los productos desarrollados, problema que derivó, en la mayoría de los casos, en la no recuperación de la inversión por parte de la contraparte privada; y (xi) problemas de competencia comercial que enfrentan los productos desarrollados en el marco de los proyectos para insertarse en el mercado nacional e internacional.

En cuanto a las fortalezas derivadas de los FS que señalaron los beneficiarios, podemos incluir: (i) la realización de congresos, la producción de tesis doctorales y la publicación de artículos científicos; (ii) la formación de recursos humanos especializados; (iii) la apertura de nuevas líneas de investigación; (iv) la adquisición de equipamiento científico-tecnológico e industrial para las instituciones públicas y, en algunos casos, para las empresas; (v) el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre investigadores con diferentes formaciones profesionales y, en algunos casos, investigadores y empresarios; (vi) el patentamiento de algunos desarrollos en el marco de los proyectos; (vii) el diseño y la instalación de plantas pilotos de producción industrial; y (viii) la creación de empresas de base tecnológica de capital nacional.

Ahora bien, la falencia más fuerte del FONARSEC fue su desvinculación de la etapa de escalamiento y comercialización de los productos desarrollados en el marco de los proyectos. Los proyectos FONARSEC se propusieron como objetivo generar innovación científico-tecnológica y esta debía traducirse en posibilidades concretas de transferencia a la industria nacional. Sin embargo, la etapa de escalado industrial y comercialización estuvo explícitamente excluida del financiamiento del fondo y ninguno de los nueve proyectos de nanotecnología logró posicionar un producto innovador en el mercado, aunque en muchos casos se llegó al desarrollo de un prototipo industrial. Podemos decir entonces que el instrumento fue diseñado sin considerar la realidad empresarial, al no contemplar cómo se lograrían insertar los prototipos desarrollados en los procesos productivos de las empresas, proceso que demanda fuertes inversiones adicionales.

Aunque en general existió una escasa participación empresarial en el proceso de desarrollo de los prototipos de los productos, siendo los beneficiarios principales del instrumento los grupos de investigación pertenecientes a instituciones públicas de ciencia y tecnología, desde el MINCyT/ANPCyT algunos entrevistados argumentaron que no corresponde apoyar esta etapa desde un Ministerio de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo es apoyar la innovación productiva, agregando que otros ministerios deberían encargarse de ello. Así: “Nosotros somos el Ministerio de Ciencia y Tecnología. ¿Qué financiamos? Desarrollos innovadores. ¿Quién financia el escalamiento? Producción, Industria” y “Ellos tienen que poner la plata para el escalamiento, nosotros no podemos capitalizar a las empresas para que puedan escalar porque no es nuestra función” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017). Así, según esta posición no le compete a un

ministerio de ciencia y tecnología invertir en escalamiento y comercialización. Pese a ello, la misma entrevistada señaló que el “fracaso” de los proyectos estuvo en el escalado de los productos, “porque las empresas vinculadas no tienen capital suficiente para la continuidad, para escalar el producto”. Y agregó que los “problemas de escala en Argentina son gravísimos, porque al ser una economía basada tanto en un sistema de PyMEs, las PyMEs por sí mismas es difícil que adquieran capacidades de escala para exportar a otros países”, dado que “necesitás escalas importantes y necesitás más nivel de normalizaciones y regulaciones que nosotros no tenemos” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018). Otro entrevistado señaló acerca del mismo punto que la responsabilidad del escalamiento y comercialización recae sobre las propias empresas, dado que “si se intenta desarrollar un producto con una empresa no implica que este se va a comercializar”, ya que “si se comercializa o no, es una responsabilidad de la empresa que planteó el proyecto” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Dado que en estos fragmentos ambos entrevistados coinciden en que el rol de un ministerio de ciencia y tecnología se reduce a financiar desarrollos innovadores y que otros ministerios deberían asumir la responsabilidad de financiar el escalamiento, surge el interrogante de si fueron articuladas algunas líneas de financiamiento entre el MINCyT y el Ministerio de Industria, por ejemplo, que incluyeran temáticas similares a las del FONARSEC. En este punto, existió una desconexión entre las ofertas de subsidios y créditos entre los distintos ministerios del país. Por ejemplo, en 2010 el Ministerio de Industria abrió la convocatoria para el Programa de Financiamiento Productivo del Bicentenario, que otorga financiamiento para proyectos de inversión, pero los mismos no estaban conectados con los fondos para la innovación tecnológica del MINCyT, resultando imposible presentar un mismo proyecto en ambos lugares. Es decir, hay una gran cantidad de ventanillas a nivel estatal para solicitar créditos y fondos, pero no hay una interconexión de las mismas en el momento de solicitar proyectos. En este sentido, una de las cuestiones que se desprende del diseño y ejecución del FONARSEC es el descuido respecto a la realidad empresarial nacional. Esto fue notorio en el hecho de que no fue contemplada la forma en que las empresas iban a escalar el prototipo a desarrollar. En el caso de llegar al desarrollo de un prototipo, las empresas deberían realizar una importante inversión en sus procesos productivos para llevar a la práctica el desarrollo y la convocatoria FS Nano no contempló el acceso a crédito para realizar el escalado de los prototipos desarrollados a partir del FONARSEC.

Si se tiene en cuenta que el MINCyT, como indica el plan *Argentina Innovadora 2020*, se propuso promover tecnologías estratégicas buscando impactar en la economía argentina, entonces debió impulsar iniciativas de coordinación y articulación, al menos, con los sectores de la economía local en los que se proponía impactar a través del desarrollo

de las TPGs y el conjunto de actividades prioritarias delineadas en el plan. Sin embargo, los esfuerzos de articulación del MINCyT con los otros ministerios –agricultura, industria, salud, defensa, entre otros– fueron escasos. En esta dirección, según Del Bello (2014), un desafío en materia de políticas públicas en ciencia y tecnología consiste en instalar el concepto de que el apoyo a la innovación es transversal a todos los sectores de la actividad económica y, por lo tanto, es clave resolver las fallas de coordinación y articulación entre las políticas públicas. Según el autor, las políticas públicas de apoyo a la innovación presentan claras fallas de coordinación interministeriales. Del Bello (2014: 72-73) explica que existe una “sobreabundancia de instrumentos que coexisten en diversos marcos institucionales, con diferentes enfoques y abordajes, sin una visión integral”. A modo de ejemplo que permitiría avanzar sobre este problema, este autor propone la creación de un “Consejo Nacional de Competitividad”, que “articule las políticas públicas de promoción de las inversiones y las exportaciones y de apoyo a la innovación”.

Ahora bien, más allá de la necesidad de iniciativas que busquen la coordinación interministerial, el FONARSEC buscó promover el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación con posibilidades de impactar en sectores productivos y sociales, por lo que el siguiente paso lógico hubiera sido el escalamiento de los proyectos que lograron buenos resultados y la implementación de estrategias comercialización–planes de negocio, estudios de mercado, etc.– que lograran la inserción de los productos tecnológicos obtenidos en nichos de mercado competitivos, abriendo posibilidades para recuperar la inversión de riesgo estatal realizada.

Contrariamente a la visión de los entrevistados para esta tesis, según la literatura sobre el surgimiento y desarrollo de las TPGs, es responsabilidad del Estado financiar la comercialización de productos y/o procesos innovadores. Así, en los países centrales el Estado es el actor que financia el desarrollo de nuevas tecnologías y toma la iniciativa en el impulso de nuevos mercados, acompañando todo el proceso con inversión ingente, paciente, a riesgo y de largo plazo, que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales como son las TPGs (Mazzucato, 2013; Ruttan 2008). En otras palabras, el Estado lidera el impulso de estrategias proactivas alrededor de un área de crecimiento rápido y toma la iniciativa de promover su potencial en el sector productivo, financiando tanto la fase incierta de desarrollo de nuevas tecnologías y acompañando también la totalidad de ese proceso, incluyendo especialmente la etapa de comercialización (Mazzucato, 2013: 19). De esta manera, incluso en los países centrales, y especialmente en Estados Unidos, el Estado se encargó históricamente de impulsar programas de inversión pública masiva con el objetivo de construir ecosistemas de innovación capaces de sostener entramados productivos y mercados globales de estructura oligopólica en los sectores más dinámicos del comercio mundial (Block, 2008; Mazzucato, 2013). Por lo cual, la ausencia del Estado argentino en las etapas de escalado

industrial de los prototipos desarrollados y de comercialización constituye un punto adicional que evidencia que la nanotecnología en el caso argentino no fue gestionada como una TPG, a pesar de estar caracterizada bajo ese enfoque en los documentos oficiales.

Ahora bien, los FONARSEC contaron con una reducida participación empresarial en su etapa de desarrollo y, en general, en el transcurso del proyecto en su totalidad, salvo algunas excepciones, como el caso de éxito que presentamos en el capítulo 4. En referencia a este punto, entendido como una falencia del FONARSEC, dado que uno de los objetivos de este instrumento era lograr, precisamente, la vinculación entre el sector de investigación y el productivo, Mac Donald comentó que la participación de empresas nacionales en procesos de innovación en general es baja, pero que en el caso de nanotecnología el problema se vio magnificado por la propia escasez de empresas que estuvieran trabajando con nanotecnología al momento del lanzamiento de las convocatorias FS Nano. Entonces, a la convocatoria “llegó el sector científico primero” y “salieron a cazar empresas” y, como consecuencia, “en muchos casos les vendieron un mundo dorado que no era tal”. Por lo cual, “las empresas que se presentaron fueron aquellas a las que les vendieron alegremente el proyecto y que podrían llegar a tener algún interés en utilizar algún insumo de tecnología nano. Pero empresas de nanotecnología no hay ahora y, en su momento, menos” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

En este punto se pone en evidencia un rasgo de país semiperiférico que atraviesa a la economía argentina y que dificulta la absorción de los desarrollos científico-tecnológicos por el sector productivo, que podemos caracterizar como una matriz productiva conformada por sectores de baja intensidad tecnológica que, por lo general, no generan demandas tecnológicas, y una escasa inversión en I+D del empresariado argentino. Este escenario se replica también en lo que refiere a la nanotecnología, que se agrava aún más teniendo en cuenta que la nanotecnología comenzó a ser incentivada caracterizada como un área de vacancia con una lógica enfocada más en la nanociencia que en la nanotecnología, como vimos en el capítulo 2, a excepción de la creación de la FAN con una finalidad productiva, enfoque que posteriormente fue reorientado hacia la difusión por las condiciones propias que impone del sistema económico nacional. Este mismo problema se replicó también en los proyectos FS Nano, vinculando la reducida participación empresarial en procesos de desarrollo e innovación tecnológica con la matriz productiva local, conformada por sectores de baja intensidad tecnológica. Así, según Mac Donald, lo que generó el FONARSEC fue un aprendizaje en cuanto a experiencias de trabajo consorciadas entre el sector público y el privado, como “primer esbozo de vinculación real entre el sector empresario y el sector de conocimiento”, generando impactos a nivel de “casos testigos, casos exitosos, así como puntuales”, si bien explica que “todavía no

hemos logrado la construcción de modelos” y tampoco se cuenta con “productos escalados” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

En referencia a toda la experiencia y a un balance general sobre el programa, la ex directora del fondo señaló estar convencida de que “si uno continúa con este tipo de políticas”, que implican montos de dinero importantes, “ese involucramiento conjunto que es lo que más se busca, se puede llegar a dar”, aunque para lograr esta meta “necesitás continuidad de políticas y para tener continuidad de políticas necesitás una organización, un Estado más fuerte y más convencido de cuáles son sus prioridades o a dónde quiere llegar”. Y concluye que “Esto no se ve todavía en Argentina”. Finalmente, añade que “creo que en general, si se les pregunta a los propios encuestados qué prefieren, que existan o que no existan los proyectos, todos te van a decir que existan, independientemente del detalle, de los problemas administrativos” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Ahora bien, los Fondos Sectoriales, al definir líneas prioritarias –más allá de que éstas tuvieron serias falencias al ser identificadas como tales, ya que fueron seleccionadas, como señalamos, en base a las líneas más avanzadas de los centros de investigación y no de acuerdo al desarrollo productivo local– se configuraron como un instrumento focalizado. En algunos casos, esto puede ser entendido como *mission oriented*, dado que los instrumentos previos no habían definido nichos concretos en nanotecnología. Por el contrario, la nanotecnología siempre había sido promovida como un área tecnológica amplia o área de conocimiento (NyN).

El objetivo general que se propuso el FONARSEC, como iniciativa novedosa en materia de política científico-tecnológica, fue propender hacia la vinculación entre el sector público de investigación y el sector productivo. Se trata de un objetivo sumamente ambicioso, si se tiene en cuenta que ya desde la década de 1960 y 1970 los exponentes del Programa de Estudios sobre el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo (PLACTED) llamaron la atención sobre la desvinculación existente entre la infraestructura científico-técnica y la estructura productiva (Sabato, 2004), problema estructural que persiste en la actualidad en nuestro país. Ahora bien, considerando esta dificultad histórica, mediante el financiamiento de algunos proyectos que promovieron la conformación de alianzas público-privadas, claramente el FONARSEC no resolvería un problema de tanta magnitud. Sin embargo, el principal logro de este instrumento fue comenzar a abonar el terreno en materia de vinculación público-privada.

En este sentido, en algunos casos se lograron avances inéditos, mientras que otros giraron únicamente en torno al trabajo de los grupos de investigación de las instituciones públicas de ciencia y tecnología. Si tenemos en cuenta que fueron los grupos científicos los que traccionaron la conformación de los CAPPs y que las empresas fueron invitadas a participar, en la mayoría de los casos, el establecimiento de los consorcios fue posible

gracias a la preexistencia de redes informales entre el sector productivo y el sector científico-tecnológico, generalmente catalizadas por investigadores. Por tanto, en los proyectos de nanotecnología, en general, hubo escasa participación empresarial en el desarrollo de los prototipos, aunque hubo algunos proyectos donde la participación empresarial en el CAPP fue esencial. Este es el caso del proyecto titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”, donde la empresa farmacéutica entrerriana Eriochem fue la que lideró el consorcio, apuntando a un objetivo comercial. Si bien, la finalización del proyecto no acabó con el desarrollo final de los nanotransportadores biológicos para fármacos para terapias oncológicas dirigidas, los resultados fueron en ese sentido. Así, dado que fue un proyecto vinculado a fármacos y estos tardan varios años en ingresar al mercado –por los tests correspondientes que requiere que un medicamento ingrese al mercado–, el proyecto no acabó con la comercialización de estos fármacos. Sin embargo, desde Eriochem sostuvieron que su objetivo sigue siendo llegar al mercado, algo que buscan conseguir independientemente del tiempo que requiera. Otro punto más a destacar de este caso singular es que no fue la primera vez que Eriochem hizo uso de los instrumentos de apoyo del MINCyT y ANPCyT, habiendo utilizado el programa perteneciente al FONTAR “Recursos Humanos Altamente Calificados” (RRHH AC), que consiste en la incorporación de doctores a empresas por un período de 3 años, al que ha utilizado para fortalecer su propio departamento de I+D. De hecho, dado que su modelo de negocios y su estrategia comercial se apoyan fuertemente en el conocimiento tecnológico y científico, esta empresa busca vincularse con el sistema científico-tecnológico. Este caso, considerado como uno de los “más exitosos” por los bancos y MINCyT/ANPCyT, se asemeja más a un proyecto orientado por una misión –*mission oriented*–, dado que la empresa ya venía trabajando con la producción y el desarrollo de fármacos oncológicos y al presentarse a la convocatoria de nanotecnología, vio la oportunidad de reducir los altos costos que demanda la etapa de desarrollo de un fármaco que incluía el desarrollo de nanopartículas. De hecho, desde la empresa argumentaron que trabajan con la nanotecnología desde sus inicios y que no se insertaron a una moda, popularizada a partir del 2000 con el lanzamiento de la NNI estadounidense. Es decir, Eriochem hizo uso del FONARSEC orientándolo a sus necesidades productivas y comerciales.

Por el contrario, el proyecto inconcluso titulado “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”, cuyo objetivo fue desarrollar una plataforma tecnológica para la industria metalmeccánica, está en las antípodas de un proyecto *mission oriented*. Este proyecto integró empresas para cumplir los requisitos de la ANPCyT y la motivación de conformar el CAPP provino desde la institución pública de I+D, cuyo objetivo primario fue la adquisición de equipamiento, buscando con ello conformar una plataforma tecnológica que, de alguna manera, acerque la nanotecnología a la

industria metalmecánica. Transcurridos los cuatro años de extensión del proyecto, éste aún no se encontraba finalizado. Para el centro tecnológico, como lugar físico para la plataforma, se consiguió un espacio en el predio del INTI y en un futuro sería instalado allí, aunque el proyecto se frenó debido a que la devaluación afectó fuertemente el presupuesto disponible del mismo, el cual está a la espera de una adenda para terminar de ejecutar la compra de unos equipos, adenda que debe ser firmada y autorizada por la autoridad máxima de la FIUBA, como lo indica el Manual Operativo del FONARSEC, que está demorada por una disputa política entre el rector de la FIUBA y el investigador a cargo de la dirección de este proyecto.

En síntesis, considerando los aportes de esta investigación, podemos sacar varias lecciones y aprendizajes. En primer lugar, las políticas que promovieron la NyN entre el período analizado (2003-2015) se caracterizaron por sucesivas reformulaciones, explicadas por la ausencia de diagnósticos capaces de dimensionar las capacidades públicas de gestión de la nanotecnología y las potencialidades del sector productivo para asimilar esta nueva área del conocimiento al mejoramiento de productos y procesos. Estas reformulaciones pueden verse en las sucesivas conceptualizaciones de la nanotecnología como área de vacancia, tecnología estratégica y, finalmente, como TPG. Ahora bien, los resultados alcanzados a la fecha muestran, sin embargo, la ausencia de criterios en la adopción de la noción de TPG, trasplantada sin mediación de las economías centrales, donde las inversiones en nanotecnología son dos órdenes de magnitud mayor que en la Argentina y las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de las tecnologías también son inconmensurables.⁷⁵

En esta dirección, la evidencia empírica recopilada en el marco de esta investigación muestra que el proceso de diseño de numerosas líneas de financiamiento que apuntaron a promover la NyN desde el sector público no fue acompañado por esfuerzos de diseño de nuevas formas de organización, del mejoramiento o adaptación de los marcos regulatorios, de formación de competencias para la comercialización y de coordinación institucional acordes a las especificidades que el impulso de una nueva TPG supone. En la evolución de las políticas para la NyN se observa un desdoblamiento entre, por un lado, el discurso empleado en los documentos oficiales y en los dichos de actores promotores de las políticas de NyN y, por otro lado, lo que surge de las entrevistas a científicos y tecnólogos. Mientras que la política explícita, en términos de Herrera (1995),⁷⁶ indicaba que las inversiones en NyN debían enfocarse en aumentar la competitividad de la economía

⁷⁵La inversión pública total en nanotecnología realizada por la Argentina en el período 2006-2011 podría estimarse en 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011: 18-19), lo que supone un promedio de 10 millones de dólares anuales. En Estados Unidos la NNI pasó de 255 millones de dólares en 1999 a 464 millones en 2001, alcanzando los 1781 millones en 2010 (Motoyama et al., 2011). Hacia 2018 la NNI recibió 1200 millones. Acumulativamente, la NNI recibió un total de más de 25.000 millones de dólares desde su inicio en 2001 (NSTC, 2017).

⁷⁶ Si bien Herrera define los conceptos de política científica explícita e implícita, tomamos esos conceptos de base para referirnos a las políticas tecnológicas explícitas e implícitas.

(SECyT, 2006; MINCyT, 2012), la política tecnológica implícita apuntó en otra dirección. Así, en la práctica, las políticas que promovieron la NyN se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo que excluyeron de sus prioridades la necesidad de avanzar en la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, así como en actividades de diagnóstico, prospectiva, revisión de marcos regulatorios y generación de capacidades ausentes en tópicos como cadenas de valor, escalado o estrategias de comercialización –este aspecto es muy visible en los FONARSEC–, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción.

Además, en materia de financiamiento público, hay grandes diferencias entre los países semiperiféricos y los países centrales. Si bien los financiamientos públicos de los países son difíciles de precisar, se pueden dar algunas cifras que aproximan los órdenes de magnitud. Para Argentina, entre 2006 y 2010, se estima una inversión de 50 millones de dólares (Salvareza, 2011). En esta tesis se llegó a contabilizar una inversión en NyN estimada de 80 millones de dólares hasta el 2015.⁷⁷

Según Científica (2011), desde el anuncio de la NNI estadounidense, casi todos los países desarrollados y muchos países en desarrollo iniciaron programas de promoción de la nanotecnología. Hacia 2011 los gobiernos del mundo gastaban 10.000 millones de dólares por año en I+D en nanotecnología, previéndose un crecimiento de en un 20% en los siguientes tres años. En Brasil se estiman alrededor de 190 millones de dólares entre el 2004 y el 2009 por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, aunque sin contar los fondos de los propios estados, que sólo en el caso de Sao Paulo, Minas Gerais y Río de Janeiro deben ser mayores a 60 millones de dólares en ese período. Para México se estima alrededor de 60 millones de dólares entre 2005 y 2010 (Takeuchi y Mora Ramos, 2011; Foladori, 2012: 159).

Como contraste, en Estados Unidos para el año 2012, el presupuesto estimado para la I+D nanotecnológica fue de 2100 millones de dólares. En total, desde su inicio en 2001 hasta el 2012, la NNI recibió un total de más de 16.500 millones (NSTC, 2012). Para ese mismo año, la inversión del sector privado estadounidense fue aproximadamente de 3500 millones de dólares, situándose como líder mundial, seguido por Japón –casi 3000 millones de dólares– y Alemania –alrededor de 1000 mil millones de dólares– (MINCyT, 2016b). Ahora bien, hacia 2018 la NNI recibió 1200 millones de dólares, apoyando las

⁷⁷Esto incluye la inversión en proyectos orientados a la investigación que contabiliza un total aproximado de 18 millones de dólares -se consideraron los PAV, PAE, PICT, PME y el Programa de Formación de Recursos Humanos, aunque los datos de los PICT se toman hasta el 2008-, la inversión en proyectos con una orientación hacia la vinculación entre el sector de investigación y el sector productivo, que se estima en poco menos de 53 millones de dólares -considerando el FS Nano 2010 y 2012, el Empreteco, la plataforma tecnológica Nanobiosens y algunos proyectos pertenecientes al FONTAR, que incluyen Aportes No Reembolsables (ANR) y el ANR focalizado en Bio, Nano y TICS-, y por último, se incluyen los fondos asignados a la FAN que se contabilizan en 10.004.100 dólares aproximadamente.

inversiones en investigación básica y aplicada en etapa inicial, así como también los esfuerzos de transferencia de tecnología. Acumulativamente, la NNI recibió un total de más de 25.000 millones de dólares desde su inicio en 2001 (NSTC, 2017). En Japón la inversión gubernamental en nanotecnología fue de aproximadamente 600 millones de dólares para el 2001, 750 millones para el 2002, 800 millones para el 2003 y 2004 y 1000 millones dólares para el 2005. Además, este país presenta una gran inversión desde el sector privado (Bachmann, 2006: 28). Por su parte, la UE invirtió aproximadamente 360 millones de dólares en 2001 para nanotecnología, 480 millones en 2002, 700 millones en 2003 y 740 millones en 2004. Hasta el 2006 la UE planteó un volumen de 700 a 750 millones de dólares hasta 2006, es decir, unos 250 millones de dólares anualmente a partir de 2003. Según algunas estimaciones conservadoras, Alemania tiene la mayor participación en la financiación de la nanotecnología en Europa con una inversión de aproximadamente 210 millones de dólares en 2001, 240 millones de 2002, 250 millones en 2003 y 290 millones de 2004 (Bachmann, 2006: 28). A grandes rasgos, podemos decir que la inversión en Argentina es dos órdenes de magnitud menor que la de los países centrales que asumen la nanotecnología como una TPG.

En segundo lugar, la política de nanotecnología también incluyó la reformulación de metas institucionales, a través de los cambios en las prioridades de la FAN y su función principal a lo largo de su trayectoria. Inicialmente, el objetivo de la FAN se centró en el aumento de la competitividad de la economía, aunque luego de un fracaso en una convocatoria de proyectos con un fuerte componente de innovación productiva, los objetivos de la Fundación se empezaron a orientar hacia la difusión y comunicación de la NyN en varias esferas. Finalmente, a partir del 2011 luego de un cambio de gestión, la FAN incorporó líneas para el financiamiento de proyectos a través de los Pre-Semilla y Semilla y el laboratorio Nanofab. Además de estas funciones la FAN colaboró en la determinación de las líneas para el FONARSEC y atiende todo nicho que se le abre, por lo que se puede decir que no tiene una finalidad específica, sino que va sumando e incorporando nuevas funciones todo el tiempo. De la información que surge de esta tesis podemos decir que luego de más quince años de funcionamiento, la FAN logró impactar sobre el desempeño de las empresas al nivel de casos testigos, principalmente a través del Pre-Semilla y de seis emprendimientos incubados por el programa Nanofab.

Por otro lado, en términos de Ergas (1987), la reformulación de objetivos de la FAN se encuadra en lo que puede caracterizarse como políticas orientadas a la difusión (*"diffusion-oriented"*), que buscan difundir las capacidades tecnológicas en un rango amplio de la estructura industrial, buscando, entre otros objetivos, fortalecer los mecanismos institucionales para la transferencia tecnológica. Ahora bien, dado que este proceso implica insertarse a una trayectoria tecnológica existente a través de innovaciones incrementales, es necesaria una estructura industrial capaz de adaptar el cambio

tecnológico incremental que se está difundiendo. En el caso argentino, ante la carencia de una estructura industrial de este tipo en el área de la nanotecnología, que fue promovida como un área de vacancia–proceso que implica desarrollar entornos industriales de alta intensidad tecnológica desde cero–podemos inferir que la política orientada a la difusión que la FAN lleva adelante perfila a la Argentina a ser un país consumidor/comprador de la nanotecnología desarrollada en los países centrales.

En tercer lugar, considerando la política de nanotecnología caracterizada en este trabajo, podemos hablar de procesos de aprendizaje y de impacto a nivel de casos testigos. En este sentido, Porta y Lugones (2011: 10) sostienen que los FS deben ser entendidos como parte de un proceso de evolución de las políticas de ciencia y tecnología y de un proceso de aprendizaje institucional. Esta primera experiencia en la conformación de alianzas público-privadas, como vimos, presentó serias deficiencias operativas y de gestión, visibles principalmente en el plano administrativo y burocrático. Sin embargo, los FONARSEC posibilitaron avances de magnitud en términos acumulación de capacidades y aprendizaje traducidas en la creación de plataformas tecnológicas en base a las cuales se impulsó: (i) la formación de recursos humanos calificados; (ii) la adquisición y *know how* sobre cómo operar equipamiento científico-tecnológico de alta complejidad operativa; (iii) el afianzamiento de los vínculos entre el sector científico-tecnológico y el sector privado; (iv) el trabajo interdisciplinario; (v) la obtención de prototipos; (vi) la instalación de plantas piloto industriales; y (vii) la creación de *spin offs* de capital nacional.

En este punto resulta útil el conceptode “bolsones de eficiencia”, presentado en la Introducción de esta tesis, que fue desarrollado por Evans (1996) al caracterizar Estados Desarrollistas, cuyas características destacables son: una estructura burocrática estable y una “autonomía enraizada”. Según este autor, los Estados intermedios –entre Estados desarrollistas y Estados predatorios– son aquellos que alcanzaron un éxito considerable en el impulso de ciertos sectores industriales y períodos, aunque sin poder lograr extender este éxito a otros sectores. En este sentido, los casos testigos estudiados pueden explicarse como el producto de considerar al FONARSEC como un bolsón de eficiencia, pese a las deficiencias operativas y de gestión en el que estuvo inserto. Muchas de estas deficiencias de gestión podrían llegar a reducirse considerablemente a través del desarrollo de lo que se conoce como capacidades burocráticas weberianas,⁷⁸ característica

⁷⁸El término de “burocracia weberiana” lo usamos en el sentido que le da Peter Evans (1996; 2007): estructuras apoyadas en sistemas de carrera pública basadas en el mérito y procedimientos administrativos claramente establecidos. Según Max Weber (1968 [1904–1911]), la operación a larga escala de las empresas capitalistas en los mercados siempre dependió de la disponibilidad del tipo de orden que solo la burocracia moderna puede proveer. Así, Weber sostiene que la habilidad del Estado para apoyar al mercado y la acumulación capitalista depende de una burocracia corporativa y coherente, en la que la consecución de las metas corporativas sea vista como la mejor manera de maximizar sus propios intereses individuales. Partiendo de esta noción, para Evans (1995: 30), la expertise de esta burocracia, asegurada a través de un reclutamiento meritocrático, y la provisión de oportunidades de largo

necesaria para los Estados desarrollistas. De hecho, Evans asoció la ineficacia del Estado a la falta de normas y relaciones burocráticas predecibles con el aparato estatal. Así, según Evans, los Estados desarrollistas se caracterizan por impulsar procesos de desarrollo socioeconómico en base a la transformación industrial y, por un alto grado de selectividad, autonomía y enraizamiento, siendo su brazo ejecutor una burocracia capaz, corporativa y organizada (Evans, 1996). En el caso del FONARSEC, donde las temáticas a promover fueron selectivas, y esta selección, como vimos, siguió criterios más bien científicos que tecnológicos o productivos, si bien el grupo que estuvo a cargo de la gestión y administración del FONARSEC mostró un alto grado de compromiso, aprendizaje y seguimiento, este programa se insertó en una burocracia que difícilmente podría caracterizarse como weberiana, siendo esta una traba importante en la ejecución de los proyectos.

En la misma dirección, Block (2008: 3-4) distingue entre “Estado Burocrático Desarrollista”, “diseñado para ayudar a las empresas domésticas a acortar la brecha y desafiar a competidores extranjeros en mercados de productos particulares” con una estructura centralizada, y “Estados Desarrollista en Red”, como una estructura “altamente descentralizada”, diseñada para “ayudar a las firmas a desarrollar productos y procesos innovadores que todavía no existen”. El Estado Desarrollista en Red es el Estado estadounidense que seleccionó a la nanotecnología como la próxima TPG a partir de la cual generar desarrollar productos y procesos innovadores radicales. En cambio, en el caso argentino como país semiperiférico, resulta imprescindible contar con un Estado Burocrático Desarrollista que, con una estructura centralizada en cuanto a los procesos de toma de decisiones, la implementación y la evaluación, diseñe políticas tecnológicas que impulsen la generación de procesos de acortamiento de la brecha en mercados de productos particulares. Por ejemplo, en los FONARSEC, la deficiencia más importante que identificamos fue la desvinculación del MINCyT en los procesos de comercialización de los prototipos industriales desarrollados en el marco de estos proyectos. Bajo una estructura estatal centralizada, es crucial que el MINCyT desarrolle instrumentos de gestión en coordinación con otras esferas del ámbito público, como áreas de economía, comercio, industria, relaciones internacionales de otros ministerios, y privado, como cámaras sectoriales, federaciones empresarias, y uniones industriales y comerciales del país y la región.

Por otro lado, en referencia a los procesos de aprendizaje, hablar de éstos supone una continuidad de políticas públicas y una estabilidad de las instituciones. Sin embargo, no puede dejar de señalarse que al momento de cierre de estatus el MINCyT había sido degradado a Secretaría y el presupuesto aprobado para CyT para 2019 mostraba el tercer

plazo en la carrera de servicio público, configuran aspectos centrales para la efectividad del brazo ejecutor del Estado.

recorte drástico consecutivo en el presupuesto nacional anual. Este panorama es acompañado por un proceso acelerado de desindustrialización que tiene como manifestación más dramática el cierre de alrededor de 7500 PyMEs en el período 2016-2018. Es decir, las condiciones de contexto que hicieron posible el análisis presentado en este trabajo se encuentran en proceso acelerado de transformación.

Finalmente, es importante señalar que en la historia de la tecnología argentina no existe un solo caso que se puede identificar como TPG en términos de su impacto transversal sobre sectores de la economía local. Por el contrario, los procesos de desarrollo tecnológico que se pueden considerar exitosos no siguieron una trayectoria de generación de conocimiento en una nueva tecnología en estadio de irrupción y tampoco se propusieron innovar en la “frontera” tecnológica, sino que se orientaron a poner en marcha procesos de aprendizaje y acumulación incremental de capacidades tecnológicas y organizacionales, de diseño y articulación institucional, además de avanzar en estrategias de enraizamiento hacia otros ámbitos del Estado y del sector empresarial, apuntando a un desarrollo tecnológico sectorial con metas concretas y específicas. En los casos en que se alcanzó la frontera tecnológica, como podría ser el caso de los reactores nucleares de investigación, lo que se observa son procesos de escalamiento tecnológico y acortamiento de la brecha (Hurtado, 2014).

En contraste con este caso, la política tecnológica que impulsó la SECyT y luego el MINCyT, buscando desarrollar una tecnología de frontera como la nanotecnología, partió de nociones como tecnologías estratégicas y tecnologías de propósito general, orientaciones que no produjeron impactos apreciables en la competitividad económica del país, como se vio en el desarrollo de esta investigación. La estrategia de financiar la nanotecnología como gran área de conocimiento sin definir nichos ni líneas temáticas precisas de demanda de nanotecnología disipó la escasa inversión en ciencia básica y algunos programas de ciencias aplicadas.

En este sentido, la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina muestra que, además de utilizar un enfoque concebido en base a otras realidades socioeconómicas, las debilidades en materia de políticas se concentran en las capacidades deficientes de gestión de la tecnología, que se manifiestan en diseño de políticas. Como corolarios, se puede observar el desconocimiento de las capacidades y potencialidades del sector productivo para asimilar nanotecnología y la falta de coordinación con la política industrial. A modo de síntesis, el caso de la nanotecnología se suma a las evidencias de que el problema del cambio tecnológico en la Argentina tiene su principal debilidad en las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de la tecnología. En cuanto al enfoque de TPG, se sugiere su desplazamiento del centro de gravedad, redimensionando la necesidad de la nanotecnología a una trayectoria evolutiva específica, capaz de definir nichos precisos de demanda, llevando a cabo proyectos acotados a necesidades

determinadas y orientados a misiones.

Referencias Bibliográficas

Abeles, M., Cimoli, M. y Lavarello, P. (2017). Introducción. En Abeles, M., Cimoli, M. y Lavarello, P. (eds.), *Manufactura y cambio estructural. Aportes para pensar la política industrial en la Argentina* (13-26). Santiago: CEPAL.

AFA (2005). Declaración AFA en referencia al Decreto 380/2005. Disponible en: <http://mail.df.uba.ar/pipermail/sociosafaba/2005-May/000137.html>. Consultado el 11/05/2015.

Albornoz, M. (1997). La política científico-tecnológica. Aproximaciones a los problemas de políticas y gestión en ciencia y tecnología. Buenos Aires: INAP.

Alonso, M. (2015). Juan Carlos Lascurain: "El rol que cumplíamos era muy pequeño", *TSS*, 6 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/juan-carlos-lascurain-el-rol-que-cumpliamos-era-muy-pequeno/>. Consultado el 16/02/2018.

Amsden, A. (2001). *The Rise of "The Rest": Challenges to the West from Late Industrializing Economies*. Oxford: Oxford University Press.

Andrini, L. y Figueroa, S. (2008). Governmental encouragement of nanosciences and nanotechnologies in Argentina. En G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America* (27-39). Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.

Appelbaum, R. y Parker, R. (2008). China's bid to become a global nanotech leader: Advancing nanotechnology through state-led programs and international collaborations. *Science and Public Policy*. 35(5): 319–334.

Appelbaum, R., Parker, R., Cao, C. y Gereffi, G. (2011). China's (Not So Hidden) Developmental State: Becoming a Leading Nanotechnology Innovator in the Twenty-First Century. *State of Innovation*, Global Networks, 11:298-314.

Appelbaum, R., Záyago Lau, E., Foladori, G., Parker, R., Villa Vázquez, L.L., Robles Belmont, E., Arteaga Figueroa, E.R. (2016). Inventory of nanotechnology companies in Mexico. *Journal of Nanoparticle Research*.

Argentum Texne (2018). Disponible en: <https://www.argentumtexne.com.ar/> Consultado el 27/07/2018.

Arrighi, G. y Drangel, J. (1986). The Stratification of the World-Economy: An Exploration of the Semiperipheral Zone. *Review* 10(1): 9-74.

- Aydogan-Duda N. (2012). Nanotechnology in Brazil. En *Making It to the Forefront* (63-67). New York: Springer.
- Babones, S. (2005). The Country-Level Income Structure of the World-Economy. *Journal of World-Systems Research*. 11(1):29-55.
- Bachmann, G. (2006). Notes on Nanotechnology. En Malanowski, N., Heimer, T., Luther, W., Werner, M. (eds.): *Growth Market Nanotechnology: An Analysis of Technology and Innovation* (7-29). Wiley VCH Verlag.
- Bankinter (2006). *Nanotecnología. La Revolución Industrial del Siglo XXI*, Informe No. 5.
- Bae S.-H., Lim, J-S., Shin, K-M., Kim, C-W., Kang, S-K. y Shin, M. (2013). The innovation policy of nanotechnology development and convergence for the new Korean government. *Journal of Nanoparticles Research*. 15(11): 1-15.
- Bar, N. (2007). Nace un centro virtual de nanotecnología único en el país. *La Nación*, 14 de agosto. Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/934359-nace-un-centro-virtual-de-nanotecnologia-unico-en-el-pais>. Consultado el 4/07/2018.
- Barbosa, T., C., Bagattolli, C. e Invernizi, N. (2018). Política de inovação em nanotecnologia no Brasil: a trajetória dos instrumentos financeiros não reembolsáveis. *Tecnol. Soc.* 14(31): 56-74.
- Barrere, R. y Matas, L. (2013). *Indicadores de micro y nanotecnologías en Argentina—2012*. Buenos Aires: Delegación de la Unión Europea en Argentina.
- Berger, M. (2016). Nanotecnologías y Ciencias Sociales. Una aproximación a redes de prácticas y conceptos en Brasil y Argentina. *Tomo; Sergipe*. 13-34.
- BET (2009). *Nanotecnología*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/agenda/boletin-estadistico-tecnologico-bet-nanotecnologia-8023> Consultado el 18/02/2016.
- Block, F. (2008). Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United State. *Politics & Society*. 20(10):1-38.
- Boardman, C., Slade, C. P. y Bozeman, B. (2012). Retrospective View of the U.S. National Nanotechnology Initiative. *Making It to the Forefront Nanotechnology—A Developing Country Perspective*.14:139-159.
- Boido, G. y Baldatti, C. (2012). Nuevas tecnologías: ¿para quiénes? El caso de la nanotecnología. *Revista CTS*. 7(21).

Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995 [1992]). General Purpose Technologies: "Engines of Growth"? *Journal of Econometrics*. 65(1):83-108.

Caligaris, H. (2004). Roberto Lavagna: 'El desafío es no volver a perder una década'. *La Nación*, 11 de diciembre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/662284-roberto-lavagna-el-desafio-es-no-volver-a-perder-una-decada>. Consultado el 4/07/2018.

Carrizo, E. (2011). *Las políticas de CyT durante los años noventa: la triangulación entre el CONICET, la Secretaría de Políticas Universitarias y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica en torno a la promoción de la investigación*. Tesis de maestría, Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.

Carrozza, T. y Brieva, S. (2015). ¿Quién es el dueño de los átomos? Nanotecnologías y derecho de propiedad intelectual. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*. 52: 163-180.

Carrozza, T. y Brieva, S. (2017). Las nanotecnologías para el desarrollo inclusivo y sustentable en Argentina: una aproximación a la promoción de actividades públicas de I+D en el período 2007-2015. *Revista Administración Pública y Sociedad*.

CECTE (2005). Declaración sobre el Decreto 380/05. 30 de septiembre. Disponible en: www.cepte.gov.ar/pdf/25/. Consultado el 12/05/2015.

CECTE (2013). Propositiones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables. Disponible en: <http://www.cepte.gov.ar/pdf/000065-es.pdf>. Consultado el 4/07/2018.

Chang, H. (2008). *Bad Samaritans. The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*. Nueva York: Bloomsbury Press.

Chase-Dunn, C. (1998). *Global Formation. Structures of the World-Economy, Updated Edition*. Oxford: Rowman & Littlefield Publishing.

Chase-Dunn, C. y Reifer, T. (2002). US Hegemony and Biotechnology: The Geopolitics of New Lead Technology. *Institute for Research on World Systems*, Universidad de California. Disponible en: <http://irows.ucr.edu/papers/irows9/irows9.htm>. Consultado el 10/2/2013. Consultado el 22/11/2015.

Chemtest (2018). Disponible en: <http://www.chemtest.net/> Consultado el 27/07/2018.

Científica (2011). Global funding of nanotechnologies and its impact. Julio, 2011.

Clarín (2001). Los pasos que se dan en la Argentina, 30 de diciembre. Disponible en:

https://www.clarin.com/sociedad/pasos-dan-argentina_0_BkTQRXUgCtg.html. Consultado el 4/07/2018.

Clarín (2006). El gobierno financiará proyectos de nanotecnología, 1 de agosto. Disponible en: <http://edant.clarin.com/diario/2006/08/01/um/m-01244697.htm>. Consultado el 19/05/2015.

Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. (2008). The Future of Industrial Policies in the New Millenium; Toward Knowledge Centered Development Agenda. *LEM Working paper series*, n° 19. Disponible en: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2008-19.pdf>. Consultado el 22/11/2015.

Connolly R. (2013). State industrial policy in Russia: the nanotechnology industry. *Post-Soviet Affairs*. 29(1):1–30.

Correa, C. (2005). Can the TRIPS Agreement Foster Technology Transfer to Developing Countries? En K. Maskus y J. Reichman (Eds.), *International Public Goods and Transfer of Technology Under a Globalized Intellectual Property Regime* (227-256). Cambridge: Cambridge University Press.

CT Electromecánica (2018). Disponible en: http://www.ctarg.com.ar/index_es.htm Consultado el 27/07/2018.

Deere, C. (2009). *The Implementation Game. The TRIPS Agreement and the Global Politics of Intellectual Property Reform in Developing Countries*. Oxford: Oxford University Press.

Del Bello, J.C. (2014). Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico. En G. Rivas y S. Rovira (Eds.), *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina* (35-78). Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Delgado Ramos, G. C. (2004). Promesas y peligros de la nanotecnología. *Nómaditas*. Núm. 9. Universidad Complutense de Madrid, España.

Delgado Ramos, G. C (2007). Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina. *Revista de Estudios Sociales*. (27): 164-181.

Diallo, M. S., Fromer, N. A. y Jhon, M. S. (2014). Nanotechnology for sustainable development: retrospective and Outlook. *Nanotechnology for Sustainable Development*, Springer.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2002). Decisión No 1513/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de junio de 2002. Disponible en: <http://eur->

lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002D1513&from=ES. Consultado el 11/05/2015.

Di Maio, M. (2009). Industrial Policies in Developing Countries: History and Perspectives. En M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (Eds.), *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation* (107-143). Oxford: Oxford University Press.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*. 11:147-162.

Drexler, E. (1986). *Engines of Creation: The coming era of nanotechnology*. United States: Doubleday.

Dynami (2018). Disponible en: <http://dynami-battery.com/> Consultado el 27/07/2018.

Echeverría, J. (2005). Gobernanza de las nanotecnologías. *ARBOR Ciencia Pensamiento y Cultura*. (301-305)

El Comercio (2005). Asignan 10 millones de dólares a dudosa fundación. 17 de mayo. Disponible en:

<http://www.elcomercioonline.com.ar/Nota.asp?NotaNro=4633>. Consultado el 11/05/2015.

El Cronista (2008). Un aluminio duro como el acero, 24 de julio de 2008. Disponible en: <https://www.cronista.com/impresageneral/Un-aluminio-duro-como-el-acero--20080724-0003.html> Consultado el 16/02/2018

El Litoral (2005a). Lanzaran paquete para fomentar la industria, 28 de abril. Disponible en: <http://www.ellitoral.com/accesorios/imprimir.php?id=/diarios/2005/04/28/economia1/ECON-04.html>. Consultado el 8/05/2015.

El Litoral (2005b). Polémica millonaria por la nanotecnología, 23 de mayo. Disponible en: <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2005/05/23/politica/POLI-04.html>. Consultado el 8/05/2015.

EnerNews (2005). Según el vice de Lucent, Argentina es el país más sólido de América Latina, 4 de julio. Disponible en:

<http://www.enernews.com/nota/181809/segn-el-vice-de-lucent-argentina-es-el-pas-ms-solido-de-amrica-latina>. Consultado el 8/05/2015.

Ergas, H. (1987). Does technology policy matter?. En B. Guile y H. Brooks (Eds.), *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy* (191-245). Washington, DC: National Academy Press.

Eriochem (2018). Disponible en: <http://www.eriochem.com.ar/es/index.php> Consultado el 27/07/2018.

- Essen (2018). *Quiénes somos*. Disponible en:
<https://www.essen.com.ar/nosotros/> Consultado el 27/07/2018.
- Esteban, P. (2016). Una nueva Carrera. *Página 12*. Disponible en:
<https://www.pagina12.com.ar/7360-una-nueva-carrera>. Consultado el 8/06/2018.
- Evans, P. (1979). *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Evans, P. (1996). El Estado como problema y como solución. *Desarrollo Económico*, 35(140):529-562.
- Evans, P. (2007). *Instituciones y desarrollo en la era de la globalización neoliberal*. ILSA. Colombia: Bogotá.
- FAN (2010). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Primera edición.
- FAN (2012). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Segunda edición.
- Feynman, R. P. (1960). There's Plenty of Room at the Bottom. *Engineering and Science*, 23 (5): 22-36.
- Fischer, M., Romero, E., Zamit, A. L., Varela, F., Polino, C. y Alberti, J. P. (2013). *Estado del Arte y Perspectivas de las Micro y Nano Tecnologías en Argentina*. Buenos Aires: Delegación de la Unión Europea en Argentina.
- Foladori, G. (2012). Riesgos a la salud y al medio ambiente en las políticas de nanotecnología en América Latina. *Sociológica*. 27(77): 143-180.
- Foladori, G. (2016). Políticas públicas en nanotecnología en América Latina. *Revista Problemas del Desarrollo*. 186 (47).
- Foladori, G. e Invernizzi, N. (2005): Nanotecnología: ¿Beneficios para todos o mayor desigualdad?. *Redes*. 11(21): 55-75.
- Foladori, G. e Invernizzi, N. (2013). Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America. *Journal of Arts and Humanities*. 2(3): 35-45.
- Foladori, G., Figueroa, S., Záyago-Lau, E. e Invernizzi, N. (2012). Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. *Sociologías*. 14(30): 330-363.
- Foladori, G., Figueroa, E., Záyago Lau, E., Appelbaum, R., Robles-Belmont, E., Villa Vázquez, L., Parker, R. y Leos, V. (2017a). La política pública de nanotecnología en México. *Revista Iberoamericana de CTS*, 12(34): 51-64.

Foladori, G., Záyago Lau, E., Appelbaum, R., Parker, R. (2017b). Mexico-US Scientific Collaboration in Nanotechnology. *Frontera Norte*.

Foladori, G. y Carrozza, T. (2017). Políticas de nanotecnología en Argentina a la luz de criterios de la OCDE. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 28(55).

Foladori, G. y Záyago Lau, E. (2007). Tracking Nanotechnology in México. En G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America* (53-67). Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.

Freeman, C y Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

Frolov D.P., Moseiko V. y Korobov S. (2015). Building an institutional framework for nanotechnology industry in Russia. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 6(3): 81-86.

FS Nano (2010). Bases Convocatoria Fondo Sectorial de NANOTECNOLOGIA. Disponible en:

http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases_FSNano_2010.pdf. Consultado el 4/07/2018.

FS Nano (2012). Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de NANOTECNOLOGIA. Disponible en:

<http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/BASES-FSNano-Roca-Fluido.pdf>. Consultado el 4/07/2018.

Gallardo, S. (2004). Cooperación entre Argentina y Brasil. Disponible en: <http://www.fcen.uba.ar/prensa/micro/2004/519/articulo1.html>. Consultado el 4/07/2018.

García, M., Lugones, M. y Reising, A. (2012). Conformación y desarrollo del campo nanotecnocientífico argentino: una aproximación al estado de la cuestión desde el estudio de los instrumentos de promoción científica y tecnológica. En G. Foladori, E. Záyago y N. Invernizzi (coords.): *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (13-32). México: Porrúa.

Hall, T. y Chase-Dunn, C. (2006). Global Social Change in the Long Run. En C. Chase-Dunn y S. Babones (eds.): *Global Social Change. Historical and Comparative Perspectives* (33-58). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Halty Carrere, M. (1986). *Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo*. México DF: El Colegio de México.

Helpman, E. (2004). *The Mystery of Economic Growth*. Cambridge y Londres: The Belknap Press of Harvard University Press.

- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Colección PLACTED: Bs. As.
- Herrera, A. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. *Redes*, 5: 117-131.
- Hesto P. y Lourtioz J.M. (2016). Research in nanoscience and nanotechnology: the French research system. *Nanosciences and Nanotechnology*. 315–324.
- Hubert, M. (2014). Modelo dominante y variaciones nacionales en el diseño de políticas de investigación en favor de la innovación tecnológica: una aproximación comparativa de los dispositivos de apoyo a la nanociencia y nanotecnología en Argentina y Francia. *Estudios de sociología*. 19(37): 391-408.
- Hubert, M. (2016). La emergencia de la nanociencia y nanotecnología en Argentina. En P. Kreimer (ed.): *Contra Viento y Marea: emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia* (87-103). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- Hubert, M. y Spivak L'Hoste, A. (2009). Integrarse en redes de cooperación en Nanociencias y Nanotecnologías: el rol de los dispositivos instrumentales. *Redes*. 15(29): 69-91.
- Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Buenos Aires: Edhasa.
- Hurtado, D. y Souza, P. (2018). Geoeconomic Uses of Global Warming: The “Green” Technological Revolution and the Role of the Semi-Periphery. *Journal of World-System Review*. 4(1): 123-150.
- Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017). Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. *Revista Iberoamericana de CTS*. 12(34):65-93.
- Iapel (2018). *La Empresa*. Disponible en: http://www.iapel.com/main_laempresa.asp. Consultado el 16/02/2018.
- IDEA (2004). El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital, 40 Coloquio Anual de Idea, 3-5 de noviembre. Disponible en: http://www.ideared.org.ar/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp. Consultado el 8/05/2015.
- Inmunova (2018). Disponible: <http://inmunova.com/wordpress/> Consultado el 27/07/2018
- INTI (2008). Diseño de chips, mayo de 2008. Disponible en: <https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc64/inti10.php>. Consultado el 4/07/2018.

Invernizzi, N. (2007). Brazilian Scientists Embrace Nanotechnologies. En G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America* (40-52). Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.

Invernizzi, N. y Cavichiolo, C. (2009). Nanotecnología en los medios: ¿qué información llega al público?. *Redes*. 15(29): 139-175.

Invernizzi, N., Körbes, C. y Fuck, M. (2012). Política de nanotecnología en Brasil: a 10 años de las primeras redes. En G. Foladori, N. Invernizzi y E. Lau (Eds.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (55-84). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.

Invernizzi, N., Hubert, M. y Vinck, D. (2014). Nanoscience and Nanotechnology: How an Emerging Area on the Scientific Agenda of the Core Countries has been Adopted and Transformed in Latin America?. En *Beyond Imported Magic. Essays on Science, Technology and Society in Latin America*. Cambridge, Mass, MIT Press.

iProfesional (2009). Se diseñarán circuitos integrados en Argentina, 21 de mayo. Disponible en: <http://www.iprofesional.com/notas/82404-Se-diseñarn-circuitos-integrados-en-Argentina>. Consultado el 24/05/2015.

Jawtuschenko, I. (2015). El componente electrónico que faltaba, un desarrollo de investigadores de la UNSAM, *Página 12*. Disponible en: <http://noticias.unsam.edu.ar/2015/04/01/el-componente-electronico-que-faltaba-un-desarrollo-de-investigadores-de-la-unsam-en-pagina-12/>. Consultado el 4/07/2018.

Kanama D. (2013). Multimodal evaluations of Japan's nanotechnology competitiveness. *International Journal of Innovation and Technology Management*.

Kanama D. y Kondo A. (2007). Analysis of Japan's nanotechnology competitiveness-concern for declining competitiveness and challenges for nano-systematization. *Science and Technology Trends: Quarterly Review*.

Karo, E. y Kattel, R. (2014). Innovation Bureaucracy: Does the organization of government matter when promoting innovation? *Papers in Innovation Studies*, 38.

Kay L., Invernizzi, N y Shapira P. (2009). The role of Brazilian firms in nanotechnology development: science and innovation policy. A paper presented at the Science and Innovation Policy Conference. Atlanta, Georgia, October 2–3.

Koshovets, O. B. y Ganichev, N. A. (2017). Nanotechnology and the New Technological Revolution: Expectations and Reality. *Institute of Economic Forecasting*, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Kozhukharov V. y Machkova M. (2013). Nanomaterials and nanotechnology: European initiatives, status and strategy. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*.

La Capital (2004). El ministro, a full con la nanotecnología, 6 de noviembre. Disponible en: http://archivo.lacapital.com.ar/2004/11/06/economia/noticia_147520.shtml. Consultado el 8/05/2015.

La Nación (2004). Investigadores argentinos y brasileños suman fuerzas. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/650660-investigadores-argentinos-y-brasilenos-suman-fuerzas>. Consultado el 21/05/2015.

Laurent, B. (2017). The Politics of Governance: Nanotechnology and the Transformations of Science Policy. *Nanotechnology in Agriculture and Food Science*.

Lavarello, P. y Cappa, M. A. (2010). Oportunidades y desafíos de la nanotecnología para los países en desarrollo: la experiencia reciente en América Latina. Proyecto Potencialidades de la biotecnología para el desarrollo industrial en Argentina. CEUR-CONICET.

Lee C.J., Lee S.K., Jhon M. S. y Shin J. (2013). Factors influencing nanotechnology commercialization: an empirical analysis of nanotechnology firms in South Korea. *Journal of Nanoparticle Research*.

Lengyel, M., Aggio, C., Erbes, A., Milesi, D., Gil Abinader, L. y Beccaria, A. (2014). *Asociatividad para la innovación con alto impacto. Congruencia de objetivos entre las áreas programática y operativa de los Fondos Sectoriales*. Buenos Aires, CIECTI, MINCYT, Buenos Aires.

Liascovich, C (2017). Una empresa exitosa debe tener su propio ADN, *Ámbito Financiero*, 11 de diciembre. Disponible en: http://www.ieralpyme.org/images_db/imgslmg/File/suplemento_emprendedores_y_pymes_edicion_17.pdf Consultado el 16/02/2018.

Loray, R. P. (2016). *La Política Científica, Tecnológica e Innovación de Argentina: Una lectura a partir de la implementación del Fondo Argentino Sectorial en 2009*. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/207> Consultado el 16/02/2018.

Lundvall, Bengt-Åke. 2009. Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro (*Post-cryptum*). En Lundvall, B. (ed.), *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción*(359-387). Buenos Aires: UNSAM Edita.

- Lupi, D. (2012). Nanotecnología e Industria Argentina. *Voces en el Fénix*. (16): 42-49.
- Lux Research (2004). Statement of Findings: Sizing Nanotechnology's Value Chain.
- Lugones, G. (2008). *Teoría del Comercio Internacional*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Lugones, M. y Osycka, M. (2018). Desarrollo y políticas en nanotecnología: desafíos para la Argentina. En D. Aguiar, M. Lugones, J. M. Quiroga y F. Aristimuño (dir.): *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura*. Viedma, Río Negro, Argentina: Editorial UNRN. Disponible en: <https://books.openedition.org/eunrn/1234>. Consultado el 4/07/2018.
- Luna, N (2015). Debemos dominar la tecnología para ser compradores inteligentes. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/debemos-dominar-la-tecnologia-para-ser-compradores-inteligentes/> Consultado el 27/07/2018.
- Mabb (2018). Disponible en: <http://www.mabbiomaterial.com/index.html> Consultado el 27/07/2018.
- Mallo, E. (2011). Políticas de ciencia y tecnología en la Argentina: la diversificación de problemas globales, ¿soluciones locales?. *Redes*. 17(32): 133-160.
- Martins, P. R. (2010). Desarrollo de la nanotecnología en Brasil 2001-2009. *MundoNano*. 3(1).
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Londres: Anthem Press.
- Mazzucato, M y Penna, C. (2016). *The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
- Mazzucato, M. y Semieniuk, G. (2017). Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*. 33(1): 24–48.
- Mendoza Uribe, G y Rodríguez-López, J. L. (2007). La nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso. *Perfiles Latinoamericanos*. 29: 161-186.
- Michalopoulos, C. (2014). *Emerging Powers in the WTO. Developing Countries and Trade in the 21st Century*. New York: Palgrave Macmillan.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2008). Avanza la creación de un código de ética para la investigación en nanotecnología, 17 de septiembre. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/noticias/avanza-la-creacion-de-un-codigo-de-etica-para-la-investigacion-en-nanotecnologia-4206>. Consultado el 25/05/2015.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2012). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>. Consultado el 13/12/2015.

MINCyT (2013). Informe de Gestión 2013. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/descargas/informe_2013.pdf. Consultado el 4/07/2018.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2016a). *Estudios de Consultoría en el Sector Nanotecnológico. El Futuro de las Nanociencias y las Nanotecnologías en Argentina*. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2016b). *Estudios de Consultoría en el Sector Nanotecnológico. Benchmarking Internacional*. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Ministerio de Industria (2012a). Mesa de Implementación de la Cadena Automotriz – Autopartista. Disponible en: <http://www.industria.gob.ar/automotriz-autopartista/>. Consultado el 13/05/2015.

Ministerio de Industria (2012b). *Plan Estratégico Industrial 2020*. Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/Plan-Estrategico-Industrial-2020.pdf>. Consultado el 4/07/2018.

Moledo, L. (2008). Nanodiálogo, narices y biosensores, *Página /12*, 23 de julio. Disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/diario/ciencia/19-108291-2008-07-23.html>. Consultado el 4/07/2018.

Motoyama, Y., Appelbaum, R. y Parker, R. (2011). The National Nanotechnology Initiative: Federal support for science and technology, or hidden industrial policy?. *Technology in Society*, 33(1-2): 109-118.

Newfield, C. (2011). Avoiding Network Failure: The Case of the National Nanotechnology Initiative. En Block, F. y Keller, M (eds.): *State of Innovation. The U.S. Government's Role in Technology Development* (376-398). Global Networks.

Nguyen, T. T. (2010). *Competition Law, Technology Transfer and the TRIPS Agreement. Implications for Developing Countries*. Cheltenham, UK: Elgar.

NNI. (2006). *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Noticiastectv (2013). Fondos Presemilla en Nanotecnología, 25 de julio. Disponible en: <https://noticiastectv.wordpress.com/2013/07/25/1483/> Consultado el 27/07/2018.

NSTC (2012). *The National Nanotechnology Initiative: Supplement to the President's FY 2012 Budget*. February 2012.

NSCT (2017). *The National Nanotechnology Initiative: Supplement to the President's 2018 Budget*. November 2017.

Nurse, K. (2011). Techno-Economic Paradigms and the Migration (Relocation) of Industries to the Peripheries. En W. Drechsler, R. Kattel and E. Reinert(eds.): *Techno-Economic Paradigms: Essays in Honour of Carlota Perez* (287-305). Londres: Anthem.

OIA-CTS (Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad) (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias. Organización de Estados Iberoamericanos*.

Oszlak, O. y O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes*. 2(4):99-128.

PAE (2006a). *Bases Convocatoria IP-PAE 2006*. Disponible en: http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/pae2006_ip_bases.pdf. Consultado el 19/05/2015.

PAE (2006b). *Proyectos aprobados*, Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/PAE_financiados_web.pdf. Consultado el 19/05/2015.

Página /12 (2004). Anuncios culturales de Lavagna, 6 de noviembre. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-43268-2004-11-06.html>. Consultado el 8/05/2015.

Painter, M. and Pierre, J. (2005). Unpacking Policy Capacity: Issues and Themes. En M. Painter and J. Pierre (eds.): *Challenges to State Policy Capacity: Global Trends and Comparative Perspectives* (1-18). Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Panarum (2018). Disponible en: <https://panarumsas.com/es/inicio-desarrollo-nanofarmaceutico-panarum-sas/> Consultado el 27/07/2018.

PAV (2004a). *Bases Convocatoria PAV 2003*. Disponible en: http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/pav2003_bases.pdf. Consultado el 4/07/2018.

PAV (2004b). *Proyectos Tipo II (Redes) – Financiados*. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/pav2004_financiados_tipo_II.pdf. Consultado 11/05/2015.

Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*. 13:343-373.

PCAST. (1999a). PCAST Letter to the President Endorsing a National Nanotechnology Initiative. Disponible en: <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast/docsreports/12141999> Consultado el 7/08/2015.

PCAST. (1999b). Review of proposed National Nanotechnology Initiative.

Pellín, D. y Engelman, W. (2017). Construcción NanoÉtica: la emancipación de la administración de la sociedad por gubernamentalidad aplicada. *Cadernos de Dereito Actual*. (5): 107-121.

Perez, C. (1986). Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto, *Estudios Internacionales*. 19(76):420-459.

Perez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL*. 75: 115-136.

Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, UK: Elgar.

Perez, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. En E. Reinert: *Globalization, Economic Development and Inequality. An Alternative Perspective* (217-242). Cheltenham, UK: Elgar.

Perez, C. (2007). Finance and technical change: a long term view. En H. Hanusch and A. Pyka. Cheltenham: *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics* (775-799). Cheltenham, UK: Elgar.

Porta, F. y Lugones, G. (Eds.). (2011). *Investigación Científica e Innovación Tecnológica en Argentina. Impacto de los Fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica Nacional*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Premici, S. (2007). El nuevo orden económico, Página 12, 21 de enero. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/cash/17-2806-2007-01-21.html>. Consultado el 19/05/2015.

Rai, S. y Rai, A. (2017) Nanotechnology- The secret of fifth industrial revolution and the future of next generation. *JURNAL NASIONAL*.

Ragin, Ch. y Chiot, D. (1984 [1995]). The World System of Immanuel Wallerstein: Sociology and Politics as History. En T. Skocpol (ed.): *Vision and Method in Historical Sociology* (276-312), Cambridge: Cambridge University Press.

Reglamento de Gestión para Promover la Innovación Productiva y Social. Préstamo BIRF N° 7599-AR. (s.f).

Reising, A. M. (2009). Tradiciones de evidencia en la investigación a escala nanométrica: una aproximación a la “cultura epistémica” del mundo de lo pequeño. *Redes*. 15(29): 49-67.

Rey, F. (2014). Nanotecnología para pymes, *TSS*, 13 de mayo. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/nanotecnologia-para-pymes/> Consultado el 16/02/2018

Ristuccia, C. y Solomou, S. (2010). General Purpose Technologies and Economic Growth: Electricity Diffusion in the Manufacturing Sector Before WWII. Working Paper: Faculty of Economics.

Robert, V. y Yoguel, G. (2010). La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico. *Desarrollo Económico*. 50(199): 423-453.

Robles Belmont, E. (2009). Las redes científicas como respuesta a la emergencia de las nanociencias y nanotecnologías. *Redes*. 15(29): 93-111.

Roco, M. C. (2006). Nanotechnology: past, present, future. *Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology*, 2º Ed., Taylor and Francis, Preprint.

Roco, M. C. (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *Journal of Nanoparticle Research*. 13(2):427-445.

Roco, M. C. (2017). Overview: Affirmation of Nanotechnology between 2000 and 2030. *Nanotechnology Commercialization: Manufacturing Processes and Products*.

Rosenbaum B., et al. (2007). Israel's nanotechnology research landscape: a survey of Israeli nanotechnology capabilities and technology transfer policies. *Nanotechnology Law and Business*.

Rosenberg, N. y Trajtenberg, M. (2004). A General-Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late-Nineteenth-Century United States. *Journal of Economic History*. 64(1): 61-99.

RS & RAE. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres: The Real Society & The Real Academy of Engineering.

Rubianes, E. y Baptista, B. (2012). Apoyo al Diseño de los Componentes de Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial y de Proyectos para Plataformas Tecnológicas del Programa de Innovación Tecnológica III. Informe de consultoría no publicado.

Ruttan, V. (2006): *Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*. Oxford: Oxford University Press.

Ruttan, V. (2008). *General Purpose Technology, revolutionary technology, and technological maturity*. University of Minnesota.

Sabato, J. (1994). El origen de algunas de mis ideas. En Ciapuscio, H. (coord.): *Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge A. Sabato*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Sabato, J. (2004). *Ensayos en Campera*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Salvarezza, R. (2011). Situación de la difusión de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. *Mundo Nano*. 4(2): 18-21.

Sametband, R. (2005). Argentina invests US\$10 million in nanotechnology, 12 de mayo. Disponible en: <http://www.scidev.net/global/technology/news/argentina-invests-us10-million-in-nanotechnology.html>. Consultado el 8/05/2015.

Sánchez, J.T. y Serena, P. (2011). Situación de la divulgación y la formación en nanociencia y nanotecnología en Iberoamerica. *Mundo Nano*. 4(2): 12-17.

Sarewitz, D., Foladori, G., Invernizzi, N y Garfinkel, M. (2004). Science policy in its social context. *Philosophy Today*. 67-83.

Sargent, J. (2013). *The National Nanotechnology Initiative: Overview, Reauthorization, and Appropriations Issues*. CRS Report for Congress.

Sargent, J. (2016). *Nanotechnology: A Policy Primer*. Technical Report. Congressional Research Service.

SECyT (2006). *Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006-2010)*, Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Disponible en: www.mincyt.gob.ar/post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513. Consultado el 25/05/2015.

Senado y Cámara de Diputados de la Nación (2005). *Proyecto de Ley Marco para el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías*. Comisión de Ciencia y Tecnología. Disponible en: <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/3.279-D.-05.htm>. Consultado el 26/12/2015.

So D.S. et al. (2014). Nanotechnology policy in Korea for sustainable growth. *Journal of Nanoparticle Research*.

Soler Illia, G. (2015). *Qué es la nanotecnología*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Soloaga, G (2012). Roberto Salvarezza y la era de la interdisciplinariedad (entrevista), *InnovaT*, 09 de abril. Disponible en: <http://www.innovat.org.ar/roberto-salvarezza-y-la-era-de-la-interdisciplinariedad/>. Consultado el 7/05/2015.

Soltani, Ali M., Tabatabaeian, S. H., Hanafizadeh, P. y Bamdad Soofi J. (2011). An evaluation scheme for nanotechnology policies. *Journal of Nanoparticle Research*. 13(12): 7303-7312.

Sommer, Juan (2009). *Programa de Innovación Tecnológica en Sectores Productivos y Sociales*. Banco Mundial, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva. MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados.

Spivak, A., Hubert, M., Figueroa, S. y Andrini, L. (2012). La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas. En G. Foladori, N. Invernizzi y E. Záyago Lau (eds.): *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (33-53). México DF: M.A. Porrúa.

Suárez E., M. (2018). *Nanotechnology, Governance, and Knowledge Networks in the Global South*. Springer.

Takeuchi, N. y Mora Ramos, M. (2011). Divulgación y formación en nanotecnología en México. *Mundo Nano*. 4(2).

Taniguchi N. (1974). On the Basic Concept of 'Nano-Technology'. *Proceedings of the International Conference on Production Engineering*, Tokyo, 18-23.

Toledo, L. (2013). Una experiencia de promoción de la nanotecnología en Argentina. *Revista de Física*.

Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y científicismo*. Buenos Aires: CEAL

Varsavsky, O. (1974). *Estilos Tecnológicos. Propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista*. Buenos Aires: Ediciones Periferia.

Varsavsky, O. (2006). *Hacia una política científica nacional*. Caracas: Monte Ávila Editores Latinoamericana.

Vela, M y Toledo, L. (2013). Difusión y Formación en Nanociencia y Nanotecnología en los distintos niveles de la enseñanza y acciones de divulgación en la sociedad argentina. *Revista de Física*. 46E.

Vila Seoane, M. (2011). *Nanotecnología: su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial*. Tesis de maestría, Instituto de Desarrollo Económico y Social, Grupo Redes, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Vila Seoane, M. (2014). Los desafíos de la nanotecnología para el “desarrollo” en Argentina. *Mundo Nano*. 7(13).

Vila Seoane, M. y Rodríguez, S. (2012). *Empresas y Grupos de I+D de Nanotecnología en Argentina*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Secretaría de Planeamiento y Políticas, Buenos Aires.

Villanueva, L. (1993). Estudio Introductorio. En L. Aguilar Villanueva, *La implementación de las Políticas*. México, México: Miguel Ángel Porrúa.

Wade, R. (2014). The Paradox of US Industrial Policy: The Developmental State in Disguise. En J. Manuel Salazar-Xirinachs y R. Kozul-Wright (eds.): *Transforming Economies: Making Industrial Policies Work for Growth, Jobs and Development* (379-400). Ginebra: ILO-UNCTAD.

Wallerstein, I. (1974a). The Rise and Future Demise of the World Capitalist System: Concepts for Comparative Analysis. *Comparative Studies in Society and History*. 16 (4): 387-415.

Wallerstein, I. (1974b). Dependence in an Interdependent World: The Limited Possibilities of Transformation within the Capitalist World Economy. *African Studies Review*. 17(1): 1-26.

Wallerstein, I. (1976). Semi-Peripheral Countries and the Contemporary World Crisis. *Theory and Society*. 3(4): 461-483.

Wallerstein, I. (1979). *The Capitalist World-Economy*. New York: Cambridge University Press.

Weber, M. (1968 [1904–1911]). *Economy and Society*. G. Roth and C. Wittich (Eds.). New York: Bedminster Press.

Weiss, L. (2014). *America Inc.? Innovation and Enterprise in the National Security State*. Ithaca and London: Cornell University Press.

Wiek, A., Foley, R. y Guston, D. (2014). Nanotechnology for sustainability: what does nanotechnology offer to address complex sustainability problems?. *Nanotechnology for Sustainable Development*, Springer.

World Bank (1999). *World Development Report 1998/1999: Knowledge for Development*. New York: Oxford University Press.

World Bank (2007). *Building Knowledge Economies: Advanced Strategies for Development. WBI Development Studies*. Washington, DC: World Bank.

Yazici, A. M. (2018). The Impact of the Development of Nanotechnology on the Space Economy. *Journal of International Social Research*. 11(59).

Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*. London: Sage publications.

Záyago-Lau, E. y Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: un desarrollo incierto. *Economía, Sociedad y Territorio*. X(32): 143-178.

Záyago Lau, E., Foladori, G. y Rushton, M. (2009). Nanotecnología y los enclaves del conocimiento en Latinoamérica. *Estudios Sociales*. 327-346.

Záyago Lau, E. y Rushton, M. (2007). Nanotechnologies for Development in Latin America. En G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America* (11-26). Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.

Zweck A., Bachmann G., Luther W. y Ploetz C. (2008). Nanotechnology in Germany: from forecasting to technological assessment to sustainability studies. *Journal of Cleaner Production*. 16(8):977-987.

Normativa consultada

Decreto N° 380/2005. Creación de la FAN.

Disposición N° 002/10 (2010) Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Ley N° 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Protocolo para la creación del Centro Argentino-Brasileño de Nanotecnología (CABN) entre la República Argentina y la República Federativa del Brasil (2005).

Glosario

ADIMRA: Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina

AFA: Asociación Física Argentina

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica

ANPCyT: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

ANR: Aportes No Reembolsables

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

BM: Banco Mundial

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil)

CAB: Centro Atómico de Bariloche

CABBIO: Centro Argentino Brasileño de Biotecnología

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CABNN: Centro Argentino Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología

CBAN: Centro Brasileiro Argentino de Nanotecnología

CBNN: Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología

CAC: Centro Atómico Constituyentes

CAPES: Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (Brasil)

CAPP: Consorcio Asociativo Público Privado

CECTE: Ética en la Ciencia y la Tecnología

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CEPAM: Centro de Procesamiento Avanzado de Materiales

CIC: Carrera del Investigador Científico

CIDeN: Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas

CIDIDI: Centro de Investigación, Desarrollo, Innovación y Diseño en Ingeniería

CIECTI: Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación

CIM: Moldeo de Cerámicas por Inyección

CIN: Comité Interministerial de Nanotecnología (Brasil)

CINN: Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología

CIQUIBIC: Centro de Investigaciones en Química Biológica de Córdoba

CITEI: Centro de Investigación y Desarrollo de Electrónica e Informática

CITES: Centro de Innovación Tecnológica, Empresarial y Social

CNC: control numérico computarizado

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

CNPq: Conselho Nacional de Pesquisas (Brasil)

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México)

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación

CyT: Ciencia y Tecnología

DJAI: Declaración Jurada Anticipada de Importación

EMA: Agencia Europea de Medicamentos

EMPRETECNO: Empresas de Base Tecnológica

FAN: Fundación Argentina de Nanotecnología

FCEyN: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)

FDA: Food and Drug Administration

FINEP: Financiadora de Estudos e Projetos (Brasil)

FIUBA: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires

FLACSO: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

FONCyT: Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica

FONARSEC: Fondo Argentino Sectorial

FONTAR: Fondo Tecnológico Argentino

FITR: Fondo de Innovación Tecnológica Regional

FITS: Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial

FS: Fondos Sectoriales

FSNano: Fondo Sectorial de Nanotecnología

FTS: Fondo Tecnológico Sectorial

FUMEC: Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia

GMA: Grupo de Materiales Avanzados

GTec: Gerentes y Vinculadores Tecnológicos

IB: Instituto Balseiro

IBM: International Business Machines

IDEA: Instituto para el Desarrollo Empresarial Argentino

I+D: Investigación y Desarrollo

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación

IDME: Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica

IIB: Instituto de Investigaciones Biotecnológicas

IMC: Inmuno MultiCarrier

INAL: Instituto Nacional de Alimentos

INCUBAR: Red Nacional de Incubadoras

INIFTA: Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas

INQUIMAE: Instituto de Química–Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INTECIN: Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería

INTEMA: Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

INVAP: Investigaciones Aplicadas S.E.

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

ISO: International Organization for Standardization

IWGN: Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology

MCT: Ministerio de Ciencia y Tecnología (Brasil)

MCTI: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Brasil)

MEMS: Sistemas-Micro-Electro-Mecánicos

MINCyT: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina)

NEMS: Sistemas-Nano-Electro-Mecánicos

NNCO: National Nanotechnology Coordination Office

NNI: National Nanotechnology Initiative

NSET: Nanoscale Science, Engineering and Technology

NSF: National Science Foundation

NSPE: Núcleos Socio Productivos Estratégicos

NSTC: National Science and Technology Council

NyN: Nanociencia y Nanotecnología

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OEA: Organización de los Estados Americanos

OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

OMC: Organización Mundial del Comercio

ONU: Organización de Naciones Unidas

ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

PAE: Programa de Áreas Estratégicas

PAV: Programa de Áreas de Vacancia

PBI: Producto Bruto Interno

PCAST: President's Council of Advisor on Science and Technology

PECyT: Programa Especial de Ciencia y Tecnología (México)

PME: Proyectos de Modernización de Equipamiento

PETROBRAS: Petróleo Brasileiro S.A.

PICT: Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica

PCTI: Política de Ciencia, Tecnología e Innovación

PICTO: Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica Orientados

PID: Proyectos de Investigación y Desarrollo

PIDRI: Proyectos de Investigación y Desarrollo para la Radicación de Investigadores en Áreas Tecnológicas Prioritarias

PLACTED: Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo

POG: Posición Orbital Geoestacionaria

PRIETec: Proyecto de Infraestructura y Equipamiento Tecnológico

PRH: Programa de Recursos Humanos

PyMEs: Pequeñas y Medianas Empresas

RRHH AC: Recursos Humanos Altamente Calificados

SECyT: Secretaría de Ciencia y Tecnología

SNCTI: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

SIN: Sistema Nacional de Innovación

TICs: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TPG: Tecnología de Propósito General

TRIPs: Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights

UA: Universidad Austral

UBA: Universidad de Buenos Aires

UE: Unión Europea

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNC: Universidad Nacional de Córdoba

UNER: Universidad Nacional de Entre Ríos

UNL: Universidad Nacional del Litoral

UNLP: Universidad Nacional de La Plata

UNMdP: Universidad Nacional de Mar del Plata

UNNE: Universidad Nacional del Nordeste

UNQ: Universidad Nacional de Quilmes

UNRC: Universidad Nacional de Río Cuarto

UNRN: Universidad Nacional de Río Negro

UNS: Universidad Nacional del Sur

UNSAM: Universidad Nacional de San Martín

UNSL: Universidad Nacional de San Luis

UNT: Universidad Nacional de Tucumán

UVT: Unidad de Vinculación Tecnológica

Y-TEC:

YPF

Tecnología

Anexo

Figura 2.1. PAV 2004: Redes de Nanotecnología financiadas

Laboratorio en red para el diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras.	UN de Entre Ríos. CNEA-CAC. CNEA-CAB. CONICET-UNL. UN del Nordeste.	Monto Total Subsidio: \$ 898709
Autoorganización de bionanoestructuras para transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos.	UN de Córdoba- CIQUIBIC. UN de San Luis. UN de Tucumán- CONICET	Monto Total Subsidio: \$ 893694
Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología: materiales nanoestructurados y nanosistemas (MaN).	CNEA-CAB. CNEA-CAC. UBA. CONICET. UN de San Luis.	Monto Total Subsidio: \$ 899959
Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología Molecular, Supramolecular e Interfases.	UN de Río Cuarto. UN de Córdoba. CNEA-CAC. CNEA-CAB. UNLP-CONICET. UBA. UN de San Luis.	Monto Total Subsidio: \$ 861580

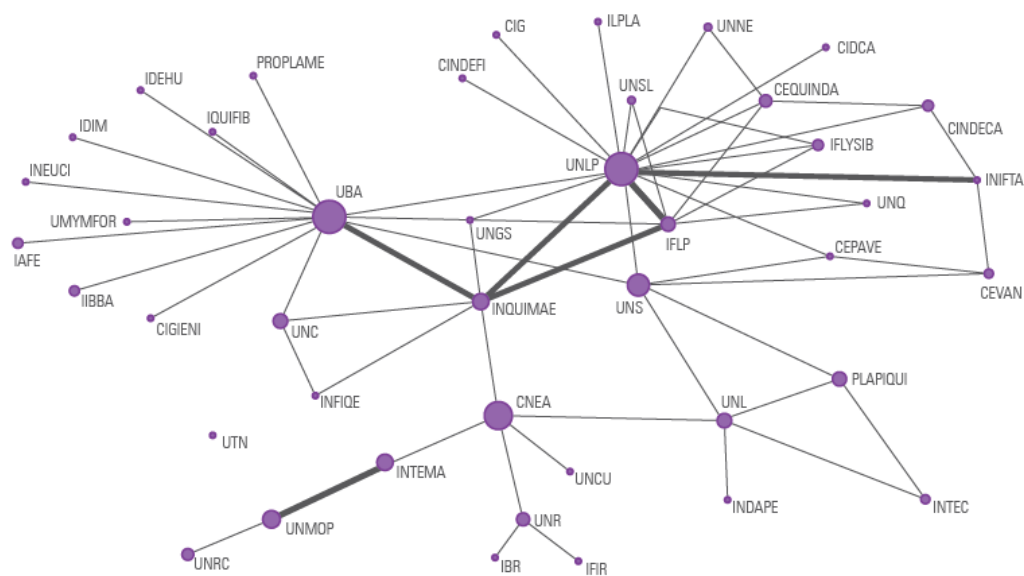
Fuente: Andrini y Figueroa, 2008. Pág. 2.

Figura 2.2. PAV 2004: Redes de Nanotecnología: distribución geográfica



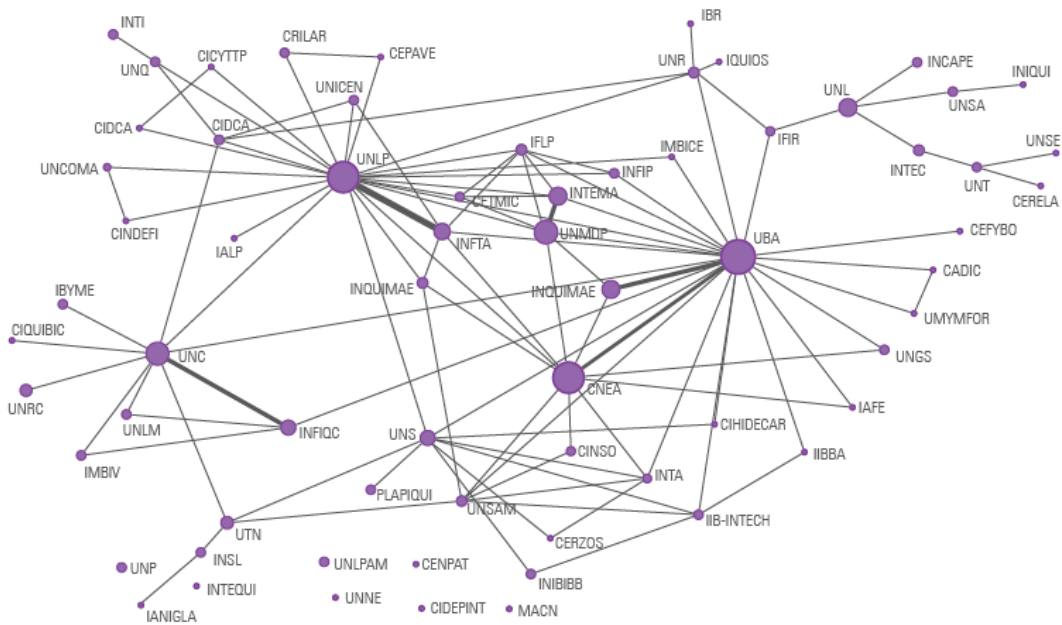
Fuente: Andrini y Figueroa, 2008. Pág. 2.

Figura 2.3. Redes de instituciones científicas argentinas con producción científica en nanotecnología (2000):



Fuente: BET de Nanotecnología, 2009. Pág. 8

Figura 2.4. Redes de instituciones científicas argentinas con producción científica en nanotecnología (2008):



Fuente: BET de Nanotecnología, 2009. Pág. 9

Figura 2.5. PAE 2006: Redes de Nanotecnología financiadas

Proyecto	Organizaciones participantes	Total Subsidio FONCYT	Total Subsidio FONTAR	Total Financiado
Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN)	UBA (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales), CONICET, CNEA, INVAP, Nanotek, Darmex y B&W implantes dentales	8.711.850	0	9.071.850
Nodo para el diseño, fabricación y caracterización de micro y nanodispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud-fase 1 (nodo Nanotec)	CNEA, CONAE, INTI, UNSAM, UNS, UA, Laboratorio Craveri y Aupet	5.937.250	150.000	6.287.250

Fuente: Elaboración propia en base a PAE (2006b): Proyectos aprobados (Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008)



Figura 4.1. Estructura del FONARSEC

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ANPCyT

Figura 4.2. Proyectos aprobados para FS Nano 2010

N° de proyecto	Título del Proyecto	CAPP	Monto contraparte	Monto aprobado por ANPCyT	Monto total
002	Nanotecnología para Textiles Funcionales	INTEMA/CONICET; Fundación Pro Tejer; Guilford Argentina SA; INTI	\$ 2.162.147,73	\$ 3.197.000,00	\$5.359.147,73
003	Materiales Magnéticos de Estructura Amorfa y Nanométrica	Electropart Córdoba; INMEBA; INTI; UCASAL; INTECIN/FIUBA	\$ 2.129.199,03	\$ 7.065.504,00	\$9.194.703,03
004	Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales	Acsur; Cozzuol; Minarmco; Electroquímica Dem; Laboratorios Químicos; YPF; INTEMA/CONICET/UNdMP	\$ 5.804.501,35	\$13.960.769,00	\$19.765.270,35
005	NANOPOC: Plataforma de nanosensores y bionanoinsumos para diagnóstico POC de enfermedades	AADEE; Biochemq; Agropharma Salud Animal; IIB/UNSAM; INTI	\$ 8.511.232,67	\$13.045.155,00	\$21.556.387,67

	infecciosas				
007	Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies	INQUIMAE/CONICET; CNEA, Laring; Darmex	\$ 3.924.062,65	\$ 9.742.200,00	\$13.666.262,65
008	Obtención de Nanoarcillas a partir de bentonitas patagónicas para su aplicación en Nanocompuestos	CETMIC/CONICET; 3iA/UNSAM; Castiglioni, PES y Cía.; Alloys	\$ 2.288.470,52	\$ 6.626.390,20	\$ 8.914.860,72
011	Desarrollo, Producción y Aplicación de Nanocompuestos y Aleaciones Nanoestructuradas	Essen Aluminio SA; CT Electromecánica; ADIMRA; FIUBA	\$ 3.463.073,63	\$ 6.422.200,00	\$ 9.885.273,63
013	Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos	UNL; Gemabiotech; Eriochem	\$ 6.962.179,44	\$15.405.144,01	\$22.367.323,45
Monto Total			\$ 35.244.867,02	\$75.464.362,21	\$110.709.229,23

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ANPCyT.

Figura 4.3. Proyectos aprobados para FS Nano 2012

N° de proyecto	Título del Proyecto	CAPP	Monto contraparte	Monto aprobado por ANPCyT	Monto total
001	Desarrollo de Nanoproduitos para la Industria Petrolera	INIFTA/CONICET; CETMIC/CONICET; YPF	\$ 9.300.000,00	\$37.200.000,00	\$ 46.500.000,00

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ANPCyT.

Entrevistas

Amalvy, Javier. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 26 de junio de 2017.

Angelini, Roberto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 7 de agosto de 2017.

Audebert, Fernando. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 28 de julio de 2017.

Bermant, Julio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 31 de julio de 2017.

Bronstein, Leandro. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 24 de mayo de 2017.

Calvo, Ernesto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 8 de septiembre de 2017.

Cechet, Silvio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 19 de julio de 2017.

Comerci, Diego. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 13 de julio de 2017.

Lamagna, Alberto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 6 de junio de 2018.

Lupi, Daniel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 10 de octubre de 2017.

Mac Donald, Isabel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 15 de junio de 2017.

Mac Donald, Isabel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 22 de marzo de 2018.

Moina, Carlos. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 12 de septiembre de 2017.

Morilla, María José. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 31 de marzo de 2017.

Núñez, Lucio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 17 de mayo de 2017.

Ortega, Hugo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 28 de junio de 2017.

Orti, Eduardo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 4 de diciembre de 2017.

Poleri, Andrés. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 27 de abril de 2017.

Rodríguez, Lidia. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 17 de abril de 2018.

Salvarezza, Roberto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 6 de julio de 2017.

Spatz, Linus. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 3 de agosto de 2017.

Tangelson, Oscar. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 17 de abril de 2018.

Tobías, Horacio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 10 de mayo de 2017.

Tognalli, Nicolás. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 26 de julio de 2017.

Trupia, Gabriela. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 4 de diciembre de 2016.

Venturuzzi, Guillermo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 27 de abril de 2017.

Villares Had, Bernardo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 7 de junio de 2017.