RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Surtayeva, Sofya

Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la 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). Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la nanotecnología en la Argentina (2003-2015). (Tesis de doctorado). 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/20.500.11807/1940

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

Universidad
Nacional
de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

Sofya Surtayeva, Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
Julio de 2019, 754 pp.,
http://ridaa.unq.edu.ar,
Universidad Nacional de Quilmes, Secretaría de Posgrado,
Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas

Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la nanotecnología en la Argentina (2003-2015)

TESIS DOCTORAL

Sofya Surtayeva

sofya.surtayeva@gmail.com

Resumen

La investigación de esta tesis caracteriza y analiza las políticas implementadas en Argentina durante el período 2003-2015 con el propósito de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología. Asumimos que el impulso de la nanotecnología en la Argentina es un caso de 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. Para ello, recurrimos a la caracterización y evaluación de las políticas de nanotecnología implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje de análisis las principales iniciativas de promoción del área. 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, tanto del sector científico-tecnológico como del sector empresarial; esto es, el impacto de una tecnología caracterizada como “de propósito general” en contexto semiperiférico. En última instancia, al determinar cuáles fueron los efectos multiplicadores de las políticas que promovieron la nanotecnología entre 2003 y 2015, buscamos avanzar en la comprensión de cómo mejorar el desempeño de las políticas tecnológicas en contexto semiperiférico, generando aprendizajes en este sentido.

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

Director: Dr. Hurtado, Diego

Abstract

The research of this thesis characterizes and analyzes the policies implemented in Argentina during the period 2003-2015 with the purpose of developing worldwide competitive scientific and technological capacities in the area of nanotechnology.We assume that the promotion of nanotechnology in Argentina represents a semiperipheral country case –a peripheral country with certain industrial and scientific-technological capacities– that intends to initiate a process of building political, institutional and organizational capacities to promote technological developments with a certain degree of autonomy, to articulate these developments with other areas of social life and to contribute to the transformation of the economic matrix, that is, to its de-primarization and de-transnationalization. For this, we resort to the characterization and evaluation of the nanotechnology policies implemented in Argentina between 2003 and 2015 taking as axis of analysis the main initiatives of promotion of this area. These initiatives make it possible to visualize and characterize, through the analysis of the specific resources that were implemented for their promotion, the impact or the degree of assimilation by the involved actors, both from the scientific-technological sector and the business sector; that is, the impact of a technology characterized as “general purpose technology” in a semiperipheral context. Ultimately, in determining the multiplier effects of the policies that promoted nanotechnology from 2003 to 2015, we seek to advance in the understanding of how to improve the performance of technological policies in a semiperipheral context, generating learnings in this regard.

Keywords: Nanotechnology; General Purpose Technologies; Semiperiphery; Technology Policies; Argentine Foundation of Nanotechnology; Sectoral Argentine Funds

Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes

Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la nanotecnología en la Argentina (2003-2015)

Mg. Surtayeva, Sofya

Director: Dr. Hurtado, Diego

Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas

Julio de 2019

Índice

Introducción 9
1. Tecnologías de Propósito General 9
2. Semiperiferia y cambio tecnológico 15
3. Entornos y contextos diferentes 27
4. Política científica y tecnológica y políticas orientadas a misiones 33
5. Descripción de la investigación 42
5.1. Estado de la cuestión 44
5.2. Objetivos e hipótesis 46
5.3. Metodología y fuentes de información 50
5.4. Organización 52
Capítulo 1: La irrupción de la nanotecnología como política pública en Estados Unidos y su impacto en América Latina 54
1.1. Introducción 54
1.2. Nanociencia y Nanotecnología 56
1.3. Nanotecnología como TPG 60
1.4. Nanotecnología en la semiperiferia 71
1.4.1. Nanotecnología en Brasil 75
1.4.2. Nanotecnología en México 84
1.4.3. Nanotecnología en Argentina 90
1.5. Similitudes y diferencias en nanotecnología en la semiperiferia 91
1.6. A modo de síntesis 97
Capítulo 2: Nanociencia y Nanotecnología en Argentina 101
2.1. Introducción 101
2.2. Conformación del campo nanocientífico y nanotecnológico argentino 103
2.3. Políticas de promoción de la nanociencia y nanotecnología 113
2.3.1. Primeras redes científicas en NyN 113
2.3.2. Proceso de creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología 118
2.3.3. Intereses militares en la investigación local en NyN 129
2.3.4. Cambio de gestión en la FAN 133

2.3.5. Programa de Áreas Estratégicas 140
2.3.6. Creación del MINCyT y nuevos recursos para NyN..... 147
2.3.7. Fondos Sectoriales y Plan Nacional de CTI 2020..... 160
2.4. Cooperación científico-tecnológica en NyN 167
2.4.1. CBNN..... 167
2.4.2. Otras iniciativas..... 172
2.4.3. Integración de investigadores nacionales en redes de cooperación locales e internacionales..... 176
2.5. Principales características de la investigación nanotecnológica argentina 177
2.6. Discusión y síntesis..... 181
Capítulo 3: Trayectoria institucional de la Fundación Argentina de Nanotecnología 192
3.1. Introducción..... 192
3.2. El nacimiento de la FAN y la competitividad de la economía nacional..... 194
3.3. Convocatoria a Ideas-Proyectos 200
3.4. Creación del MINCyT y pérdida de rumbo de la FAN 208
3.5. La FAN encuentra su espacio en la difusión y divulgación 216
3.6. Plataforma Nanopymes..... 234
3.6.1. Proyectos Regionales Integrados 240
3.6.1.1. Omega Sur 243
3.6.1.2. Biochemiq..... 245
3.6.1.3. Bell Export 246
3.6.1.4. Adox 247
3.6.1.5. Intelligent Gas y Nanotica..... 251
3.6.1.6. Chemisa 254
3.6.1.7. Prokrete 258
3.6.1.8. Solcor 259
3.6.1.9. Laboratorio Mayors..... 260
3.6.1.10. LH Plast 262
3.6.1.11. Silmag..... 263
3.6.1.12. Lipomize 266

3.6.1.13. Penta 271
3.6.1.14. UGA Seismic 271
3.6.1.15. LiZys 272
3.6.1.16. MZP 273
3.6.1.17. Ceprofarm 274
3.6.1.18. Jenck 276
3.6.2. Resultados oficiales 279
3.7. Empresas incubadas en la FAN 281
3.7.1. Chemtest 281
3.7.2. Argentum Texne 285
3.7.3. Inmunova 286
3.7.4. Mabb Biomaterial 288
3.7.5. Dynami 291
3.7.6. Panarum 292
3.7.7. Ebers 293
3.7.8. Otras 293
3.8. Reflexiones sobre los objetivos de la FAN, debilidades y fortalezas 294
3.9. Discusión y síntesis 307
Capítulo 4: Nueve casos de Fondos Sectoriales de Nanotecnología 323
4.1. Introducción 323
4. 2. Consideraciones generales sobre los Fondos Argentinos Sectoriales y el plan Argentina Innovadora 2020 326
4.3. Nanomateriales 338
4.3.1. Nanoarcillas 338
4.3.1.1. Nanoarcillas a partir de bentonitas para su aplicación en nanocompuestos 339
4.3.1.2. NanoAR 357
4.3.2. Nanocompuestos de matriz metálica y aleaciones nanoestructuradas 375
4.3.2.1. Nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas 376
4.3.2.2. Clúster Nanotecnológico 396
4.3.2.3. Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica 420

4.4 Nanointermediarios 434
4.4.1 Textiles Funcionales 435
4.4.2 Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos 454
4.5 Productos Finales 467
4.5.1 Nanopoc 468
4.6. Nanoproductos para la industria petrolera (NanoPetro) 494
4.7. Síntesis 507
Capítulo 5: Enseñanzas y lecciones de los estudios de casos 510
5.1. Introducción 510
5.2. Creación del FONARSEC: inicios e intervención de los organismos internacionales de crédito 512
5.3. Implementación y resultados del FONARSEC 518
5.3.1. Determinación de las líneas prioritarias, resistencias internas y dificultades 519
5.3.2. Casos FS Nano 523
5.3.3. Críticas según beneficiarios y autoridades 536
5.3.4. Dificultades y falencias del FONARSEC 541
5.4. Síntesis, discusión y conclusiones 558
Capítulo 6: Empresas argentinas de nanotecnología 577
6.1. Introducción 577
6.2. Empresas argentinas de nanotecnología 578
6.2.1. Empresas con aplicaciones propias en el mercado 580
6.2.1.1. Nanotek 581
6.2.1.2. Otras 591
6.2.2. Empresas con proyectos de I+D de nanotecnología 604
6.3. Vinculaciones entre empresas y el sistema científico 619
6.4. Discusión y síntesis 624
Conclusiones 631
Referencias bibliográficas 653
Glosario 691
Anexo 700

Apéndice 720
1. Inversión global en nanotecnología..... 720
2. Patentes de nanotecnología a nivel global..... 726
3. Mercado global de nanotecnología 734
4. Empresas de nanotecnología 740
Entrevistas..... 749

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.[1] 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. 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 área. 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

[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).

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 que darán mayores oportunidades para acceder al desarrollo a un país o a una región (Perez, 2004: 32). La tecnología es un elemento flexible, organizado en redes, pero sobre todo es un elemento que puede revolucionar una estructura económica, política y social sobre la base de los procesos de innovación (Perez, 1986: 59-79).

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) con el objeto de subsanar las deficiencias en la literatura económica acerca de la influencia del cambio tecnológico en la productividad de una determinada economía, en las décadas de 1980 y 1990 (Ruttan, 2008). Buscando penetrar en la “caja negra” de la tecnología, 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, por mencionar solo algunas. 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 varias causas, tales 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, entre otros (Ristuccia y Solomou, 2010: 5-6). Es decir, se trata de un período de reorganización, rediseño de instituciones y aprendizaje 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 Christopher Freeman y Carlota 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 tecnoeconómico,[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 tecnoeconómico, 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 y más allá" generando un marco socio-institucional distinto del anterior y una "nueva economía", proceso que

[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 que la distinguen de cualquier otro tipo de avance tecnológico teniendo, por un lado, una fuerte interconexión e interdependencia con otros sectores tecnológicos, y por el otro, su capacidad para incidir y transformar profundamente el resto de la economía y la sociedad. Una revolución de esta magnitud implica un potencial aumento de la riqueza de una economía, la apertura de un vasto espacio de oportunidades para la innovación en otros sectores productivos, la generación de infraestructura específica para incrementar la eficiencia productiva y un aumento en el desarrollo. Además, 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). Las primeras dos conforman el período de instalación y abarcan dos o tres décadas, durante el cual la masa crítica de las industrias y las infraestructuras de la revolución se ponen en marcha contra la resistencia del paradigma establecido. Luego hay un punto de inflexión cuando las tensiones que se acumularon se superaron, creando las condiciones para el período de implementación. Durante este período, que también dura dos o tres décadas, el potencial de transformación de la revolución se extiende por toda la economía, produciendo todos sus beneficios de desarrollo (Perez, 2002: 151-152).

no está exento de resistencias, 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 el perfeccionamiento de la misma, lo cual redundará, a su vez, en nuevas mejoras técnicas, sosteniendo el crecimiento de una economía en su conjunto (Rosenberg y Trajtenberg, 2004: 5). No obstante, los efectos benéficos mencionados no durarán eternamente. Es decir, 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).

Ruttan (2008) destaca que la característica definitoria de las principales TPGs es su capacidad de desencadenar innovaciones radicales.[3] No obstante, en algún momento de la evolución de un paradigma tecnoeconómico se alcanza la fase de madurez, que se caracteriza por la pérdida de dinamismo y los rendimientos decrecientes. Perez (2002: 154-155) agrega que en la fase de madurez es cuando las complementariedades y sinergias que hacen que las TPGs sean un motor de crecimiento tienden a disminuir. Entonces, "a menos que aparezca una innovación radical que permita el establecimiento de una nueva trayectoria, el nivel de productividad se estancará y tenderán a bajar las ganancias" (Perez, 1986).

[3] Las innovaciones radicales consisten en la introducción de un producto o proceso verdaderamente nuevo, por lo cual resulta imposible que dichas innovaciones surjan de los esfuerzos por mejorar una tecnología existente. Así, una innovación radical implica una ruptura capaz de iniciar un rumbo tecnológico nuevo y algunas veces, este tipo de innovaciones pueden dar nacimiento a toda una industria. 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, entre otros (Perez, 1986: 422-423).

Por su parte, 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 los 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 este tipo de tecnologías 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 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 Immanuel Wallerstein en la década de 1970, la economía mundial capitalista puede ser clasificada en tres zonas económicas de acuerdo al rol que éstas 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". Así, según Wallerstein (1974b: 5), la mayor parte de la plusvalía generada por los trabajadores de los Estados periféricos termina en manos de los grandes productores de los Estados del centro, a través del intercambio desigual, debido básicamente a que los productos de la periferia presentan menores precios con respecto a los productos del centro.

A pesar de esta desigualdad en el sistema capitalista mundial, la estabilidad política del mismo se mantiene intacta (Wallerstein, 1974a; Arrighi y Drangel, 1986) a través de tres mecanismos fundamentales (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. Este estrato intermedio es la semiperiferia, que cumple una función esencial en el sostenimiento del sistema mundial capitalista (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 –es decir, manufacturas elaboradas o materias primas–, 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 perciben rendimientos altos, las actividades periféricas perciben 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, en primera aproximación, 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, Peter 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 trasnacionales 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, ya que, según ellos, la definición que Wallerstein ofrece acerca de la semiperiferia es confusa en la medida en que incluye todos los Estados que parecen ocupar una posición intermedia en la economía-mundo desde el punto de vista de sus niveles de ingreso o su actividad económica. 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. Sin embargo, ello no se explica solamente a través de la intensidad en la utilización de capital. Dichas ganancias se explican, además, 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. Mientras mayor sea el peso de las actividades periféricas en un Estado dado, menor será la participación de los beneficios en la división mundial del trabajo, y será mayor mientras mayor sea el peso de las actividades centrales. 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 que refleja las diferencias conmensurables de ingresos entre los países (Arrighi y Drangel, 1986: 31).

Chase-Dunn (1998) plantea la idea de un continuum –de estatus y poder– entre centro y periferia, con multitud de posiciones intermedias, a la hora de definir analíticamente la jerarquía del sistema mundial. Para él, las tres posiciones –centro, semiperiferia y periferia– son recortes analíticos de un continuum definido por las actividades intensivas en capital y en trabajo (Chase-Dunn, 1998: 202-228 y 269). De esta manera, su definición de las actividades centrales parte también de la posición de Wallerstein, puesto que las caracteriza por la producción de mercancías que requieren alta intensidad de capital y emplean una fuerza de trabajo relativamente cualificada con altos salarios, mientras que las actividades periféricas se caracterizan por la producción de mercancías que requieren escasa intensidad de capital y emplean mano de obra poco calificada con salarios bajos (Chase-Dunn, 1998). La semiperiferia, por su parte, se caracteriza por combinar actividades tanto centrales como periféricas (Chase-Dunn, 1998: 210-211). Siguiendo a Wallerstein, para Chase-Dunn 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 jerarquía implícita en la división internacional del trabajo (ver figura 1).

De este modo, en la figura 1, una pequeña superficie superior de un triángulo 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). En particular, según Hall y Chase-Dunn (2006), la semiperiferia incluye países de gran tamaño con niveles intermedios de desarrollo económico, que cuentan con poder político y militar y están relativamente más desarrollados que los países de la periferia.

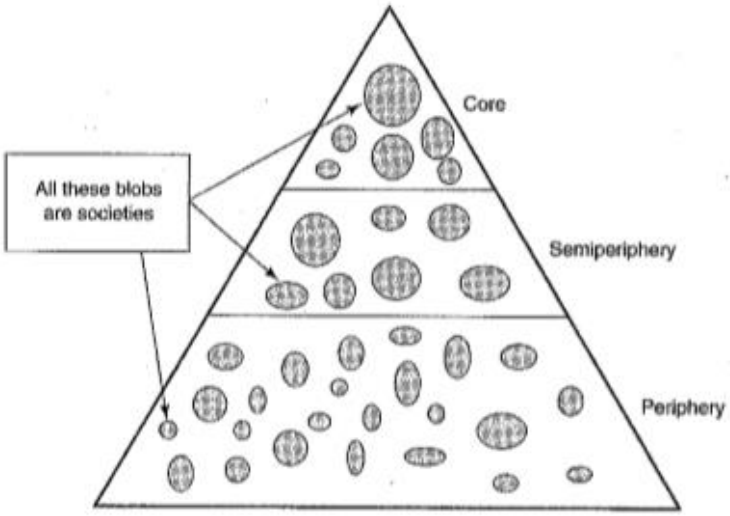


Figura 1. Fuente: Hall y Chase-Dunn, 2006. Pág. 36

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 Chirot (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”.

Dado que el balance de poder –militar y/o comercial– del sistema mundial se apoya en esta estructura de tres capas, poner en riesgo los intereses comerciales de los países centrales suele ser conceptualizado por la “lógica” hegemónica como una alteración del equilibrio y, por lo tanto, de la “estabilidad” del sistema mundial (Hurtado, 2014: 20). 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, formal e informal, tanto en relaciones bilaterales como en foros internacionales y organismos de gobernanza global.

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 logra desarrollar capacidades tecnológicas que modifiquen su estatus en el sistema capitalista mundial, aunque no pueden hacerlo todos los países semiperiféricos en simultáneo (Wallerstein, 1979: 60-61). Es decir que, al no ser estáticas las condiciones, un país puede ascender al centro mientras no modifique la naturaleza del sistema. 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. Al respecto, Ruttan (2006: 164) agrega que, cuando una TPG madura y deja de ser una fuente dinámica de crecimiento en el país de origen, “como resultado de la transferencia internacional de tecnología, puede convertirse en una fuente dinámica de crecimiento de los países técnicamente menos avanzados”.

Entonces, el rasgo en común que comparten entre sí 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 logran dominar 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. En simultáneo, 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" –por los bajos montos de inversión inicial requeridos y los conocimientos adquiridos del viejo "paradigma tecno-económico"–, 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), por la combinación de la saturación del mercado, el agotamiento tecnológico y el malestar político en las sociedades centrales, 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,[4] 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 tecnoeconómicos (Nurse, 2011: 302). No es

[4] Otra estrategia para enfrentar los signos de agotamiento es la concentración del mercado a través de fusiones o adquisiciones de empresas (Perez, 2002: 55: 82; Nurse, 2011: 288).

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).

En sintonía con esta perspectiva, el mismo argumento se puede encontrar en un texto reciente de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), donde se afirma que, contrastando con la estrategia de los países desarrollados, donde “las acciones de política apuntan a coordinar grandes programas tecnológicos orientados a generar oportunidades en nuevas tecnologías radicales”, en “los países semiindustrializados como la Argentina”, por el contrario, se busca “[…] aprovechar los períodos de transición entre los viejos y nuevos paradigmas, en los que las escalas y los marcos regulatorios aún no se encuentran consolidados, para posibilitar procesos de aprendizaje y cambio estructural a través del impulso a aquellas actividades clave en la difusión de las nuevas tecnologías” (Abeles et al., 2017: 18).

Ahora bien, 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 para el despliegue de un nuevo paradigma tecnoeconómico 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 tecnoeconómico, al convertirse en compradores-consumidores de los principales productos y servicios mundiales. En las sociedades no centrales, las agendas de investigación básicas “de moda”, así como los intentos de desarrollar TPGs, pueden verse como medios para construir culturas de

consumidores en torno a los principales productos y servicios mundiales (Hurtado y Souza, 2018). Podemos decir entonces que las complementariedades y sinergias que explican el crecimiento económico que genera el surgimiento de un nuevo "paradigma tecno-económico" apoyado en una TPG no tienen lugar en las economías semiperiféricas y periféricas.

En este escenario, si bien los aportes del enfoque neo-schumpeteriano no se basan sólo en las fallas de mercado –matriz de argumentación típica que caracteriza las políticas neoliberales–, sino que 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), y 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). Por tanto, 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 las economías periféricas existe una adaptación tardía como respuesta a los procesos de cambio tecnológico exógenos (Hurtado y Souza, 2018: 18).

No obstante, anteriormente Argentina, en su condición de país semiperiférico, logró desarrollar capacidades para competir en segmentos de tramas productivas globales en sectores en que una TPG jugó un papel central. El caso de la tecnología nuclear muestra el hecho de que un país semiperiférico puede 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 los 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). Por otro lado, si bien el acceso a una tecnología hace tiempo dominada por los países centrales no incide sobre la estructura económica mundial, en la medida en que un país no central alcanza a dominar una tecnología se resignifica su estatus, no importa si de manera sustancial o infinitesimal, en la configuración jerárquica del sistema mundial y del subsistema regional (Hurtado, 2014: 27).

En síntesis, 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 de políticas 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. 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 y analizar– constituye un ejemplo del 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 en los países semiperiféricos es un error conceptual con consecuencias negativas que se visualizan en sus resultados, dado que el concepto de TPG debe comprenderse por su propia definición, como una categoría dependiente del contexto. Es decir, 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 ya cuentan con un sólido aparado industrial y, asimismo, de prolongar el liderazgo económico y militar de los mismos. Una PCTI de escala nacional centrada en las TPGs supone niveles de inversión pública y privada, de diseño institucional y de redes organizacionales público-privadas, así como de capacidades para impulsar políticas exteriores que puedan ejercer influencia sobre los organismos de gobernanza mundial – Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Organización Mundial del Comercio (OMC), Consejo de Seguridad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Banco Mundial (BM) y Banco Interamericano de Desarrollo (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 actualmente constituye un componente principal del paradigma tecnoeconómico en marcha en sus primeras etapas y que podría integrar la próxima revolución tecnológica (Perez, 2002: 13), la nanotecnología es concebida como una TPG desde las economías centrales. 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 específicas 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 algunas 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).

En su libro *Entrepreneurial State* (2013), la economista Mariana Mazzucato 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 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 no parece viable para las economías semiperiféricas, sino 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 (Hurtado, 2014: 20).

Las economías semiperiféricas enfrentan obstáculos cruciales al proponerse construir y coordinar capacidades tecnológicas e industriales, que incluyen, por un lado, la debilidad de las políticas tecnológicas y, por el otro, la inestabilidad institucional, que a su vez dificulta la eficacia de las políticas tecnológicas. A estos dos tipos de obstáculos se suma un contexto socio-económico profundamente arraigado, que contribuye a configurar los problemas de acceso al conocimiento de las economías semiperiféricas, que se caracteriza por 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 y dañina 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 públicas 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 aportes, las debilidades más notorias de las políticas tecnológicas se concentran en sus orientaciones y prioridades, que se limitan a replicar las 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 cientificismo es un factor que contribuye a reforzar la dependencia económica y cultural de Argentina, en la medida en el cientificismo, en pos de reconocimiento, 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,[5] 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 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. Varsavsky añadió que

[5] Herrera distingue entre ciencia básica, pura o fundamental y ciencia aplicada. La diferencia entre ambos tipos de ciencia reside en su motivación. 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).

cada sociedad requiere de un estilo de ciencia propia, diferente en el contenido, problemas prioritarios, métodos de investigación y características del grupo de investigadores, lo que llevaría hacia la necesidad de una “autonomía científica” o, en términos de Herrera, de una “capacidad científica autónoma” (Varsavsky, 2006: 9).

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. North (1990) destacó la importancia de la estabilidad

institucional para el proceso de crecimiento económico de los países.[6] Así, North define a las instituciones como las "reglas de juego" de una sociedad, las cuales, al proporcionar una estructura, reducen la incertidumbre y constituyen el marco dentro del cual tiene lugar la interacción humana en el plano político, económico o social. Las instituciones hacen posible que los individuos tomen decisiones y realicen negociaciones bajo un entorno de certidumbre y esto permite llevar a cabo acuerdos transaccionales eficientes (Nelson y Sampat, 2001).

Según North (1990), el cambio institucional en sus reglas formales o informales, a través del tiempo, da forma a las sociedades y afecta su desempeño económico. Entonces, según este autor, la interacción entre instituciones y organizaciones en una sociedad es lo que explica las diferencias en el desempeño económico entre distintos países. Así, las instituciones determinan las oportunidades en una sociedad, mientras que las organizaciones se crean para aprovecharlas y, en la medida en que éstas evolucionan, alteran las instituciones. De esta manera, las instituciones existen para reducir el costo de transacción –entendido, desde nuestra perspectiva, como un costo de coordinación y articulación de actores públicos y privados en procesos de I+D+i y de su vinculación con procesos productivos– y proporcionar una estructura para las interacciones e intercambios. Entonces, según este enfoque, las instituciones de los países semiperiféricos y periféricos no son capaces de ofrecer los incentivos adecuados a sus organizaciones. Por su parte, en los países de menor desarrollo, las organizaciones se ven obstaculizadas en su función de adquirir, acumular y transmitir conocimientos y habilidades para contribuir al crecimiento económico debido a que las instituciones no ofrecen los incentivos necesarios para impulsar la actividad económica productiva.

Si, como sostiene North, "[l]a función principal de las instituciones en la sociedad es reducir la incertidumbre estableciendo una estructura estable (pero no

[6] La estabilidad no significa estancamiento, ya que la tesis del libro de North se enfoca en el cambio institucional a través del tiempo, pero este es mayoritariamente gradual e incremental para proporcionar la continuidad y predictibilidad necesarias para reducir la incertidumbre de los actores. Los cambios institucionales radicales son escasos y se producen debido a guerras, desastres naturales, revoluciones y conquistas (North, 1990). En el caso de América Latina, podríamos agregar golpes de estado.

necesariamente eficiente) para la interacción humana", entonces el papel que desempeñan las instituciones, entendidas como organizaciones gobernadas por reglas y prácticas –formales e informales– y por el modo en que se vinculan con otras organizaciones y con la sociedad, como espacios de construcción cultural y como portadoras de ideas, ideologías y modos de acción, es central. Si además centramos este enfoque en las actividades de I+D+i, y asumimos que son las organizaciones las que aprenden y se adaptan, entonces el diseño de una buena política es, en gran medida, el diseño de estructuras organizacionales capaces de aprender y de ajustar sus comportamientos en respuesta a lo que aprenden (Nelson y Winter, 1982: 384-385). Desde este escenario, puede afirmarse que, en los países como Argentina, una debilidad crucial para impulsar el desarrollo económico hay que buscarlo en la coevolución entre políticas públicas discontinuas, instituciones inestables y capacidades organizacionales deficientes.

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. El abordaje de las políticas públicas como un "ciclo" conformado por una serie de etapas es resumido por Parsons (2007: 111). Este ciclo parte de la definición de un problema, sigue con la identificación de posibles respuestas frente al problema y la selección de las opciones de políticas públicas, luego con la implementación de las opciones políticas seleccionadas y, por último, finaliza con la evaluación de los resultados de las políticas ejecutadas. Por su parte, Villanueva (1993) añade que esta separación analítica en varias etapas no necesariamente conlleva una secuencia temporal, ya que las etapas pueden superponerse unas a otras.

Dentro del marco general de las políticas públicas confluyen varios tipos de políticas, aunque en este caso nos enfocamos en la política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI), entendida como un tipo de política pública orientada a la promoción de las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Más precisamente, en el marco de esta tesis, nos enfocamos en la política tecnológica o en los aspectos del cambio tecnológico involucrados en las políticas de ciencia y tecnología.[7] Así, una política científica puede diferir según su orientación y contenido. Desde una visión de investigación más bien básica se sostiene que lo único que deben hacer los gobiernos en materia de política científica es reconocer la importancia de la ciencia, asignar recursos y dejar que los científicos actúen. Desde otra perspectiva, se sostiene que el gobierno puede y debe orientar y dirigir la investigación científica hacia objetivos y metas concretos relacionados a la problemática local (Albornoz, 1997: 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).[8]

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 los países de la región. La planificación de la dirección y el contenido de esta política pueden ser explícitos o implícitos, directos o indirectos, pero el problema central no reside en el hecho de tener o no una política

[7] 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.

[8] 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).

científica, sino que la cuestión esencial consiste en determinar cuáles deben ser sus objetivos y los medios para llevarla a cabo.[9] 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. Para Herrera una política científica comprende dos aspectos; por un lado, una política "para la ciencia", que consiste en las medidas necesarias –económicas, instituciones, legislativas u otras– para proporcionar a la investigación científica los medios para su desarrollo e incremento de su productividad y, por el otro lado, una política "de la ciencia" que concentra los objetivos de la actividad científica encaminados hacia el bienestar económico y social de la comunidad. En otras palabras, se trata de un desarrollo científico orientado según las necesidades sociales y productivas nacionales (Herrera, 1971).

Según una visión semejante, 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 capacidades científicas y tecnológicas para la producción, diseminación 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 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 Sabato (2004), para poder elegir una política científica propia es necesario contar con autonomía científica, lo que implica encauzar la ciencia y la tecnología al

[9] 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).

servicio de las necesidades de la sociedad. 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 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).[10] La debilidad de las políticas tecnológicas se manifiesta a través de la falta de capacidades de organizacionales, los 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; 1985: 192-194), 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 tecnológicas entre países centrales y en desarrollo debería suponer contenidos diferentes.

[10] Los aportes del pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo fueron recuperados en la década de 2000, luego de haber sido desplazados y parcialmente eclipsados durante las décadas de 1980 y 1990.

En el caso de 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.[11] En otras palabras, la formulación e implementación de las políticas tecnológicas por parte de algunos países semiperiféricos tomó como uno de sus componentes el desarrollo de una TPG. En el caso de Argentina, como veremos, la propia noción de TPG 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 (Perez, 2002: 153). 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, atendiendo las deficiencias 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. Como explicamos, según el modelo de Freeman-Perez, las economías no centrales sólo tendrían acceso a la nanotecnología como compradores pasivos y podrían competir en estos mercados unas décadas más tarde, cuando la nanotecnología alcance la etapa de madurez en las economías centrales. En otras palabras, según esta visión, Argentina podría competir a nivel internacional en nanotecnología al aprovechar la "ventana de oportunidad" abierta en el período de cambio de paradigma tecnológico a escala global, proceso que tiene su epicentro en las economías centrales.[12]

---

[11] 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).

[12] La noción de "ventanas de oportunidad" aparece explícitamente en el plan *Argentina Innovadora 2020*, al sostener que la importancia de la nanotecnología, al ser un área considerada de gran potencialidad dentro del nuevo paradigma tecnológico, radica en que "ofrece una ventana de oportunidad para países en vías de desarrollo como la Argentina, en la medida en que los cambios

Teniendo en cuenta este contexto, parece improbable lograr un cambio equitativo inmediato en los patrones de desarrollo de los países semiperiféricos a través de la nanotecnología concebida como una TPG desde las políticas tecnológicas. En contraste, 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. Al invertir en investigación básica enfocada en temas de frontera sin posibilidad de contar con políticas complementarias para promover los restantes componentes del ecosistema institucional, empresarial y regulatorio 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 capacidades 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

---

en la estructura productiva mundial abren un espacio para los nuevos jugadores" (MINCyT, 2012: 60).

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 adaptar el cambio tecnológico incremental que se está difundiendo (Ergas, 1987).

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 auto-regulatoria 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 "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".

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",[13] cuyas características destacables son: una estructura

[13] 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).

burocrática estable –"burocracia weberiana"- y una "autonomía enraizada".[14] También distinguió Estados intermedios,[15] 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 desarrollistas en su conjunto –como Corea del Sur o Taiwán– es lo que Evans (1996: 534-535) llama "autonomía enraizada".[16] Por su parte, Mazzucato y Penna (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.

---

[14] Cabe aclarar que, si bien, el término que usamos es "burocracia weberiana", lo usamos en el sentido que le da 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 plazo en la carrera de servicio público, configuran aspectos centrales para la efectividad del brazo ejecutor del Estado.

[15] 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).

[16] 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 con grupos sociales con los cuales el Estado comparte un proyecto de transformación (Evans, 1995).

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 en contexto semiperiférico. Mientras que los resultados alcanzados no impactaron 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 –lo que se visualiza en la 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 existen en el Estado argentino. De esta manera, las características de la política de nanotecnología han disipado la escasa inversión en ciencia básica y en algunos programas orientados a múltiples objetivos dispersos. Como contraposición a esta trayectoria, en esta tesis proponemos un abordaje que supone que las políticas

tecnológicas no deben centrarse en tecnologías de frontera o TPGs, ni a 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 el desarrollo de la nanotecnología, sino redimensionar su necesidad a una trayectoria específica de aprendizaje de 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 o 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

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 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. El caso de la nanotecnología y las

políticas implementadas para desarrollarla en Argentina durante el período 2003-2015 constituye un desafío para un país semiperiférico 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, de esta forma, hacer aportes significativos a la transformación de la matriz económica. 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 que consideramos más relevantes, buscando indagar en su impacto sobre la trayectoria de organismos públicos como la Fundación Argentina de Nanotecnología y sobre el conjunto de empresas que fueron objeto de los recursos de financiamiento.

Durante el período investigado, la estrategia de promoción de la 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 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 –uno de los ejes en los que se enfoca el análisis de esta tesis– tuvieron como principal instrumento al programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), que comienza a ser ejecutado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), dependiente del MINCyT, a partir de 2009. En la tesis se seleccionaron y analizaron un conjunto de nueve proyectos del programa FONARSEC. Por otro lado, también se indagó en la trayectoria institucional de la Fundación Argentina de Nanotecnología, buscando determinar el rol que cumple en el entorno sistémico nanotecnológico del país.[17]

[17] Esta noción engloba a un conjunto de actores, redes y organizaciones que llevan a cabo actividades relacionadas a la generación, difusión y utilización de la nanotecnología en el país.

5.1. Estado de la cuestión

El conjunto de trabajos sobre 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 (2007a), Salvarezza (2011), Tutor Sánchez (2013), entre los más relevantes, caracterizan el estado de desarrollo y las iniciativas de difusión de nanotecnología. Dentro de este universo de publicaciones, autores como Delgado Ramos (2007a), 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 (2015), Carrozza y Brieva (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 nanotecnología en Argentina, enfocándose en la reconstrucción de un recorrido por las políticas para fomentarla 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) presenta aportes en tres planos. Por un lado, realiza un recorrido breve por las políticas más destacadas para el desarrollo de la nanotecnología en Argentina. Por otro lado, destaca a las instituciones argentinas más productivas del país en la generación de conocimiento en esta área y, por último, describe los principales eventos de divulgación y difusión de la nanotecnología en Argentina. En esta misma línea de divulgación y difusión de la nanotecnología en el país, entran los trabajos de Toledo (2013) y Toledo y Vela (2013). Desde otra perspectiva, Boido y Baldatti (2012) reflexionan en torno a los alcances y consecuencias del desarrollo de la nanotecnología, caracterizándola como una tecnociencia,[18] y 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, poniendo en riesgo la sustentabilidad del planeta. 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 un aporte doble. En primer lugar, ofrece una recopilación de los instrumentos más destacables de política en nanotecnología a nivel mundial. Y, en segundo lugar, caracteriza la política de desarrollo de la nanotecnología en Argentina, identificando los principales centros de I+D que investigan y trabajan en esta área, las empresas nacionales

[18] Según Javier Echeverría, la tecnociencia es una forma de practicar la ciencia y la tecnología, que convive con la ciencia y la tecnología convencionales, pero presenta rasgos característicos: i) La investigación se organiza y el conocimiento se gestiona de manera industrial o empresarial, como una cadena productiva orientada a la rentabilidad, con financiación privada en su mayor parte y políticas públicas de estímulo; ii) En la tecnociencia participan una multitud de agentes a través de grandes equipos y amplias redes de investigación: científicos, ingenieros, técnicos, políticos, militares, empresarios, gestores, etc.; iii) El conocimiento tecnocientífico no es un fin en sí mismo, sino que es un medio para la acción, para la realización de intereses y objetivos; iv) En la tecnociencia intervienen una pluralidad de valores, económicos, militares, políticos, epistémicos o técnicos y en menor medida, los valores jurídicos, sociales, ecológicos, morales, etc. (Echeverría, 2003: 2009).

relacionadas a ella 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 (2015) reflexiona y problematiza acerca de la aplicación de los derechos de propiedad intelectual en el desarrollo de la nanotecnología, 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 el 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.

Declarada por el MINCyT como área estratégica y conceptualizada como TPG, ¿realmente las iniciativas de implementación y ejecución de las políticas son consistentes con esta caracterización?; y, en consecuencia, ¿el diseño de políticas es consistente con las metas propuestas?; ¿cómo se relacionan las capacidades organizacionales e institucionales con la generación de condiciones de posibilidad para el acceso a las TPGs?; ¿cuáles fueron los fundamentos para identificar la nanotecnología como un área estratégica? En función de estos interrogantes, ¿en qué ámbitos del país se trabaja con nanotecnología?; ¿qué actores sociales intervienen en procesos de I+D de la nanotecnología en Argentina y qué actores económicos actuales o potenciales pueden asimilar sus resultados?; ¿cuál es el grado de conexión/desconexión del sector productivo con el ámbito académico y cómo inciden los instrumentos de políticas para promover avanzar en esta vinculación?; ¿la implementación de las políticas al final del período analizado tiende hacia el cumplimiento de sus objetivos iniciales, o por el contrario, se ha alejado de ellos?; ¿por qué algunos casos de proyectos en nanotecnología fueron más exitosos que otros?; ¿cuáles fueron los factores que incidieron en la variación de desempeño de los proyectos?; ¿en qué sectores se alcanzaron resultados y qué rasgos de los actores los favorecieron?; ¿qué tipo de dificultades atravesaron los proyectos ejecutados en nanotecnología?; ¿qué tipo de políticas fueron más exitosas y por qué? Y, en el caso de las políticas que hayan alcanzado sus objetivos o lo hicieran de manera acotada, ¿cuáles fueron las causas? Estos son algunos de los interrogantes que trataremos de dilucidar a lo largo de esta tesis. Con este objetivo, definimos el objetivo general y los objetivos secundarios, así como las hipótesis que guiaron el trabajo de investigación.

El objetivo general es caracterizar y analizar 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 de un área científico-tecnológica emergente a nivel internacional adoptada entre 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 públicas de los países semiperiféricos latinoamericanos, Brasil, México y Argentina para el caso de la nanotecnología. Describir las principales características de las políticas de fomento a la nanotecnología en estos tres países latinoamericanos, contrastando similitudes y diferencias entre el caso argentino respecto de los casos de Brasil y México.
- Describir y caracterizar las políticas que fueron implementadas para fomentar la nanotecnología en Argentina a través de un recorrido histórico, en el período 2003-2015.
- Establecer el rol de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) en el entorno sistémico nanotecnológico del país, mediante la reconstrucción de su trayectoria, identificación de sus objetivos explícitos y sus funciones y el análisis de los instrumentos de política implementados.
- Describir y evaluar cualitativamente las políticas de impulso de la nanotecnología a través del Fondo Sectorial de Nanotecnología perteneciente al programa FONARSEC.
- Identificar las “empresas de nanotecnología” en Argentina y analizar el grado de vinculación entre el ámbito de investigación y el sector productivo.[19]
- Realizar un balance del desempeño de las políticas de nanotecnología en Argentina durante el período 2003-2015.

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

[19] En esta tesis vamos a considerar como empresas de nanotecnología a aquellas empresas que: i) sean de capitales nacionales y ii) tengan productos y/o procesos vinculados a la nanotecnología o, en algunos casos, a la microtecnología en el mercado, desarrollados por sí mismas y/o en conjunto con algún grupo de investigación o que cuenten solamente con proyectos de I+D de nanotecnología, aunque estas actividades no sean mayoritarias en la actividad total de la empresa.

tuvieron un impacto considerablemente inferior al esperado sobre la estructura productiva argentina, debido a que tomaron como punto de partida una conceptualización de política errónea –basada en la noción de TPG– 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.

Por su parte, las hipótesis específicas incluyen:

- La influencia decisiva que ejercen las agendas de investigación de los países centrales sobre las agendas de investigación de los países de menor desarrollo, a través de organismos como el Banco Mundial, BID, Organización de los Estados Americanos (OEA), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se manifiesta en el caso de la nanotecnología.
- Las políticas que fueron implementadas para fomentar la nanotecnología en Argentina entre 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.
- El objetivo de la FAN en el entorno sistémico nanotecnológico, que tendía principalmente hacia el aumento de la productividad y la competitividad económica a través de financiación de proyectos de tecnología aplicada, ha ido reformulándose a través del tiempo a la función de difusión y comunicación de la nanotecnología.

- 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.
- El sector productivo nanotecnológico, que incluye empresas que compiten en el mercado interno –y a veces también externo– y empresas que cuentan con proyectos en nanotecnología, sigue siendo un grupo acotado y reducido, mientras que su grado de vinculación con el sector de investigación se encuentra en crecimiento a 2015, pese a las dificultades en gestión y administración características de los proyectos consorciados y financiados con inversión pública.

Creemos que la importancia de este estudio se encuentra en la necesidad de caracterizar las políticas de ciencia y tecnología (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 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. Como hemos explicado, 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 múltiples 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 de proyectos relativos al área de la nanotecnología se apoyan en más de 60 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 para los mismos.

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, CONICET, entre otras. Y 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.[20] Las entrevistas

[20] 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 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.

siguieron un método semiestructurado, sobre la base de una guía de temas compuesta de preguntas abiertas.

5.4. Organización

Esta investigación se organiza en seis capítulos que abarcan distintos aspectos del tema. 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 fomentar 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 sistémico 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 presenta una serie de casos, cristalizados en nueve proyectos pertenecientes al programa FONARSEC, ofreciendo una descripción de cada uno de ellos, tratando de visibilizar las dinámicas desplegadas en su puesta en marcha, ejecución y finalización.

El quinto capítulo consiste en el análisis y discusión de los datos y la información empírica presentada previamente en los casos de proyectos FONARSEC, buscando determinar fortalezas, debilidades y falencias de este instrumento de promoción.

El sexto capítulo identifica a las empresas argentinas que compiten en el mercado interno –y a veces también externo– y empresas que cuentan con proyectos en nanotecnología, buscando determinar sus vinculaciones con el sistema científico.

Por último, se ofrecen una serie de conclusiones y algunas recomendaciones de política científica y 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, tratando de contribuir a desplegar una mirada más profunda y menos lineal sobre el tema.

Capítulo 1: La irrupción de la nanotecnología como política pública en Estados Unidos y su impacto en América Latina

1.1. Introducción

La nanotecnología constituye un eje central de las agendas de inversión pública de muchos países, principalmente de los centrales, que destinan cuantiosos montos de inversión a su desarrollo, aunque 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).

La ambiciosa iniciativa nacional de nanotecnología estadounidense –la *National Nanotechnology Initiative*– lanzada formalmente en 2001 constituye un caso más de tantos otros previos acerca de cómo una nueva TPG es seleccionada para traccionar el crecimiento económico de un país central y prolongar su estatus de potencia económica 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, aunque en un principio fue el resultado, en gran medida, 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 este patrón, rápidamente otros países centrales, entre ellos Japón, China, Israel, Alemania, Francia y el Reino Unido solo por dar algunos ejemplos, se sumaron a la tendencia de promoción al desarrollo de la nanotecnología, entendida como TPG esencial en la perpetuación de ciclos económicos dinámicos. Como suele ocurrir con las agendas de producción del tipo de conocimiento valorado por las economías centrales, esta tendencia fue imitada por algunos países semiperiféricos y periféricos, que también comenzaron a incursionar en la nanotecnología, orientando sus agendas públicas hacia su desarrollo. Como veremos, en el caso argentino además se caracterizó a la nanotecnología de la misma manera que los países centrales: como TPG, es decir, como una forma específica de tecnología de frontera.

Este capítulo plantea interrogantes centrados 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 está nueva área y generar las condiciones para construir un nuevo mercado global que perpetúe el liderazgo económico y militar de las economías centrales, a través de la integración subordinada a los grupos de investigación de estos países.[21]

La hipótesis que guía este capítulo supone que la influencia decisiva que ejercen las agendas de investigación de 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, se manifiesta en el caso de la nanotecnología.

Primero presentamos algunas definiciones de la nanotecnología y sus características más relevantes. Luego, nos centramos en la conceptualización que

[21] 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.

hacen los países centrales de la nanotecnología como una TPG, y nos enfocamos en describir 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 ambiciosa *National Nanotecnology 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 como el BID y el BM. En concreto, nos enfocamos en Brasil, México y Argentina, los tres países latinoamericanos con mayor actividad en nanotecnología, y realizamos una breve descripción de las políticas públicas que llevaron a cabo estos países en esta área de conocimiento. El sub-apartado dedicado a Argentina presenta los instrumentos e iniciativas de apoyo a la nanotecnología de manera muy breve, dado que el siguiente capítulo está dedicado 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,[22] 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,[23] 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) comprenden 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

[22] 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).
[23] El prefijo “nano” proviene del griego y significa enano (Bankinter, 2006: 20). Según las definiciones oficiales, como la Royal Society (2004) la nanoescala trabaja en dimensiones de entre 10^{-6} a 10^{-9} de metros, más precisamente opera manipulando estructuras y sus interacciones de entre los 100 nanómetros hasta el tamaño de los átomos (aproximadamente 0.2 nanómetros), aunque la división no es estricta. Para dimensionar la magnitud de la nanoescala, ver Soler Illia (2015: capítulos 1 y 2); The Royal Society (2004: 5); ETC (2003: 14).

nanométrica.[24] 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). Así, por ejemplo, la conductividad eléctrica, el color, la resistencia, la elasticidad y la reactividad, entre otras propiedades, se comportan de manera diferente a como lo hacen a mayor escala (Bankinter, 2006: 7).

En palabras de Delgado Ramos (2007a), 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 denominadas por los especialistas como "nanotecnologías". Sin embargo, el autor señala que, pese a ello, por el momento, casi todas las aplicaciones nanotecnológicas giran en torno al perfeccionamiento de materiales existentes para hacerlos más resistentes o eficientes –lo que a veces incluye la transformación de sus propiedades por completo– y en la innovación de nuevos materiales para usos que van desde la electrónica, la aeronáutica, la industria del transporte y armamentística (Delgado Ramos, 2007b). De esta manera, por ejemplo, los materiales nanoestructurados ya son utilizados en productos como

[24] 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 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.

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, 2007a).

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).

Aunque el interés por las potencialidades de la nanoescala se puede rastrear a inicios de la década de 1980, 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 sus tejidos" (Feynman, 1960).[25] 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

[25] "*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. (Consultado el 28/06/2019). 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).

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 sofisticadas 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). El MBT permite captar una imagen de la estructura atómica de la materia, y el MFA permite examinar y ver átomos individualmente, pero en un rango mucho más amplio a escala nano que el MBT (Fazio, 2014: 93).

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 inter y multidisciplinaria,[26] las nanotecnologías requieren 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.[27] Delgado Ramos y León Magaña (2012: 87) señalan que "muchos de los que

[26] La multidisciplinariedad describe una relación preliminar entre dos o más disciplinas que no necesariamente comparten un lenguaje común. Por otro lado, la interdisciplinariedad tiene como característica la sobreposición e integración de los lazos entre varias disciplinas, buscando romper las barreras entre las distintas áreas de las ciencias y generar un verdadero diálogo (Uribe y Rodríguez-López, 2007: 163).

[27] Los procesos de manufactura de productos nanotecnológicos involucran dos tipos de técnicas diferentes. Por un lado, las técnicas *top-down* –de arriba hacia abajo– utilizan estructuras mayores a los nanómetros para llegar a estructuras nanométricas y, por el otro lado, las técnicas de *bottom-up* –de abajo hacia arriba– manipulan átomos para conformar nanoestructuras y éstas tienen mayor interpenetración con la I+D (Soler Illia, 2015; Lavarello y Cappa, 2010: 6-7; Vila Seoane, 2011: 29; Foladori e Invernizzi, 2005: 56). Respecto a estos métodos, Vila Seoane (2011: 78-79) señala que los *top-down* son intensivos en equipamiento, porque necesitan instrumentos costosos para la reducción y manipulación precisa de los objetos en escalas pequeñas. Y, en cambio, los *bottom-up*, que suelen ser utilizados con más frecuencia entre químicos y biólogos, no dependen tanto de los equipos porque utilizan conocimientos tecnológicos y herramientas más estándar. Según el autor, esto explica por qué la mayor parte de las primeras aplicaciones nanotecnológicas provienen de las

se autodenominan nanotecnólogos realizaban prácticamente la misma actividad décadas atrás, dígase, bajo el rubro de estudio de partículas muy pequeñas".

Lavarello y Cappa (2010: 5) destacan que la NyN presenta potencialidades de convergencia entre distintas disciplinas y profesiones. Asimismo, este requisito podría ser un obstáculo y/o un desafío en la medida que la investigación y el desarrollo de estas nuevas tecnologías demanden profesionales altamente capacitados que sean capaces de vincularse con otras disciplinas. Es decir, que la dinámica de la NyN requiere recursos humanos de excelencia interprofesionales (Fazio, 2014:96; Echeverría, 2009).[28]

Tratando de diferenciar la variedad de productos nanotecnológicos, la consultora estadounidense Lux Research (2004) separó los desarrollos nanotecnológicos en cuatro áreas, conformando una cadena de valor en el desarrollo nanotecnológico. Al principio de la cadena están los nanomateriales, estructuras a escala nanométrica sin procesar; luego los nanointermediarios, materiales y productos creados a partir de la utilización de los nanomateriales; a continuación se encuentran los productos finales, productos mejorados con el empleo de los nanointermediarios; y, por último, las nanoherramientas, categoría que incluye equipos y software utilizados para manipular, modelar y visualizar la materia a escala nanométrica (Lupi, 2012; BET, 2009; Vila Seoane, 2011).

1.3. Nanotecnología como TPG

La NyN constituye un eje central de las agendas de inversión públicas de muchos países, principalmente los centrales, aunque más recientemente también han pasado a formar parte de las agendas de los países semiperiféricos como también, en menor medida, de los periféricos. La NyN, al ser un campo emergente en la

técnicas *bottom-up*. Según los expertos que entrevistó el autor "en general sí coinciden en que el gran salto, la innovación y revolución tecnológica probablemente se dará en la interfaz de las técnicas de *top-down* con *bottom-up*".

[28] Para un análisis de la interdisciplinariedad como modo de organización de la tecnociencia en un programa concreto impulsado por la *National Science Foundation* (NSF), *Converging Technologies Nano-Bio-Info-Cogno* (NBIC), ver Echeverría (2009). Una comparación del programa norteamericano –NBIC– con el europeo –*Converging Technologies for the European Knowledge Society* (CTEKS)– puede encontrarse en Echeverría (2005).

vanguardia de descubrimientos científicos, 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).[29] 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 a nivel global se encuentran en una etapa de acumulación de conocimiento y generación de innovaciones incrementales.[30] Al presente, 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 NyN 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).[31] De esta manera desde la perspectiva de los países centrales, y sobre todo de Estados Unidos, la NyN es percibida como la próxima TPG que prolongará

[29] Sobre la necesidad de garantizar beneficios sociales a través de la nanotecnología, ver Brahic y Dickson (2005) y sobre la desigual apropiación colectiva de estos beneficios, ver Miller y Scrinis (2010), Boido y Baldatti (2012), Záyago Lau (2013).
[30] Para un análisis de las nanotecnologías como una revolución tecnológica ver Uribe y Rodríguez-López (2007), Wolf y Medikonda (2012), Rai y Rai (2017) y Koshovets y Ganichev (2017).
[31] Delgado Ramos (2007c) ofrece un estudio acerca del paradigma económico que configura la NyN.

su ciclo de hegemonía al sostener e impulsar su competitividad económica y productiva (Roco, 2011; Roco, 2017; Hurtado et al., 2017).[32]

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). Este tipo de tecnología 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"; "exhibe un gran dinamismo tecnológico: esfuerzos de innovación que incrementan en el tiempo la eficiencia con la cual la función genérica es realizada"; y presenta una "complementariedad innovativa", es decir, una capacidad de potenciar innovaciones en los sectores de la economía en los que se aplica (Rosenberg y Trajtenberg, 2004: 5). 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 es 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 Estados Unidos durante

[32] Sobre la nanotecnología como TPG, ver Lipsey et al. (2005: 214-216). Para un análisis de las nanotecnologías como una TPG ver Youtie et al. (2008), Shea et al. (2011), Graham y Iacopetta (2014) y Kreuchauff, y Teichert (2014) y sobre los efectos de la nanotecnología como TPG en la sociedad ver Aithal y Aithal (2018).

los años noventa.[33] 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, 2007a: 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 dieron a conocer los informes producidos por estos talleres. Como consecuencia, se detectó una necesidad industrial para impulsar la nanotecnología, en particular en la industria de los semiconductores. Asimismo, desde estos informes había 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. En suma, los resultados de los talleres conformaron la base del plan

[33] Entre estos se encuentran Mihail Roco, un ingeniero mecánico que había estado en la NSF desde 1990 y se desempeñaba como director del programa; Neal Lane, un físico que jugó un papel clave primero como Director NSF y luego como Asistente del Presidente para asuntos de Ciencia y Tecnología; y Tom Kalil, quien fue Diputado Asistente del Presidente en Política Tecnológica y Económica y Director Adjunto del Consejo Económico Nacional de la Casa Blanca. Este grupo, con el apoyo de un grupo de empresas y organismos federales lideraron la construcción política norteamericana de nanotecnología como la próxima TPG (Motoyama et al, 2011: 111).

que llevaría la redacción de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) (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). 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). Así:

> "Creemos que la Administración debería hacer de la NNI una máxima prioridad. El continuo liderazgo económico de América [EEUU] y la seguridad nacional en el siglo XXI requerirán un incremento significativo y sostenido en I+D en nanotecnología en los próximos 10 a 20 años. Apoyamos firmemente la financiación robusta y la estrategia de investigación que han sido propuestas por el IWGN del NSTC" (PCAST, 1999a).

Explícitamente se abogaba a sostener y perpetuar la hegemonía económica de Estados Unidos valiéndose de la nanotecnología, definida como la próxima TPG: "La NNI 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). Para esto, era necesario hacer inversiones ingentes: "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 en el área 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. Por ende, "hay una clara necesidad de apoyo federal en este momento" (PCAST, 1999b).

El sesgo empresarial del proceso de creación de la NNI es descrito por Delgado Ramos (2007a: 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 Lockhead Martin, Honeywell, Intel, Dell o GlaxoSmithKline, entre otros. Pero además, los informes elaborados por el IWGN, que fueran 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 fue lanzada formalmente la NNI y el *National Science and Technology Council* (NSTC), organismo principal de coordinación de la iniciativa, remplazó el IWGN por un subcomité llamado *Nanoscale Science, Engineering and Technology* (NSET). En enero de 2001 fue 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 colectar información sobre las actividades de investigación, desarrollo y comercialización de la NyN, tanto en la industria y el Estado como a nivel internacional (NNI, 2006: 17).

La NNI comienza a ser financiada en 2001 y, según fuentes oficiales, no se dedica al financiamiento de la investigación, sino que 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) (Véase la figura 1.1. en Anexo).

Además, no sólo se destinan cuantiosos montos de inversión hacia esta área, sino que también 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).[34] La intervención de las trece agencias responde al carácter multidisciplinario de la NyN, cuya política industrial no se limita a promover a una industria específica. Así, 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 interdisciplinares y

[34] 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).

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 interdisciplinares, y además, intentando generar una normativa para estudiar y evaluar los potenciales efectos adversos del uso de la nanotecnología (NNI, 2006; Roco, 2006). Actualmente, a más de 10 años de la puesta en marcha de la NNI, el gobierno federal estadounidense actúa básicamente 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.[35] Por último, con el objetivo de propiciar la colaboración entre las universidades y la industria, la NNI ha puesto en marcha desde 2004 una red de infraestructura debido al alto costo de sus instalaciones, la *National Nanotechnology Infrastructure Network* (NNIN), en la cual los centros y redes de excelencia, las universidades y otras instituciones deben competir regularmente para obtener fondos de la misma, formando esta red alrededor de 60 universidades e instituciones hacia 2012 (Boardman, et al., 2012).

El desafío que enfrentaba Estados Unidos hacia 2010, según Motoyama et al. (2011), era lograr una 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 esto, Weiss 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 la 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 la investigación desde el laboratorio al mercado en campos como

[35] 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).

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).

También para otros autores, como Echeverría (2009: 35), ya desde 1996 varias agencias federales y lobbies tecnocientíficos, incluidas instancias militares norteamericanas, presionaban para poner en marcha una política científica en relación a la NyN y promovieron la NNI. Según Delgado Ramos (2007a: 171-172), la estrategia de financiamiento se organizó en cinco modalidades: i) inversión en investigación básica en ciencia e ingenierías; ii) financiamiento de investigaciones puntuales bajo la denominación de “grandes retos”; iii) apoyos para el desarrollo de centros de investigación; iv) fondos para el emplazamiento de infraestructura estratégica para la investigación y desarrollo de la nanotecnología; y v) para investigaciones en los aspectos sociales de la nanotecnología y programas de educación. Aunque tales frentes de financiamiento no son homogéneos en cuanto a los montos recibidos ni respecto a su prioridad dentro de las agencias que lo ejecutan; por ejemplo, el gasto en investigaciones sobre los aspectos sociales y éticos han sido mínimos. Así, la NNI consolidó en Estados Unidos una Nanored,[36] cuyos mecanismos centrales son el establecimiento de Centros de Investigación en Ciencia de la nanoescala, la conformación de una Red Nacional de Trabajo en Nanotecnología que vincula desde diversos centros de excelencia, una agencia del gobierno, universidades y financiamiento empresarial y, por último, la creación de una Red Computacional para Nanotecnología para el uso de infraestructura a

[36] Delgado Ramos (2007a) utiliza la expresión “Nanored” para referirse a la reorganización del aparato científico y tecnológico estadounidense en torno a la NNI.

distancia y el análisis e interpretación de datos y modelos a un número mayor de centros e institutos de investigación. La amplitud de esta Nanored 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, 2007a: 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).[37] Como explican Motoyama et al. (2011: 110): "De esta manera, 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". Esta acción del Estado norteamericano se corresponde con lo que Block (2008) denomina "Estado Desarrollista en Red", caracterizada como 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, incluso yendo más lejos que lo hecho en la biotecnología y las ciencias de la vida".

[37] 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).

Desde el punto de vista de Mazzucato y Semieniuk (2017), este caso se encuadra en las características 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. Es decir, 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, en gran medida, de la visión y el esfuerzo de un grupo reducido de científicos e ingenieros que percibieron sus potenciales beneficios para la economía estadounidense. Como puede verse, el diseño de esta estrategia y su posterior despliegue y desarrollo no provino del sector industrial, ni tampoco fue resultado de las decisiones estratégicas de funcionarios del gobierno. 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 solo por dar algunos ejemplos, se sumaron a la tendencia de promoción al desarrollo de la NyN, entendidas como TPGs esenciales en la perpetuación de ciclos económicos dinámicos.[38] Como veremos, poco más tarde, algunos países semiperiféricos y

[38] 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 Isreal ver

periféricos también comenzaron a incursionar en la NyN, 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 los 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.[39] 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 (Záyago Lau y Rushton, 2007; Foladori et al., 2012; Foladori e Invernizzi, 2013; Invernizzi et al., 2014; Foladori, 2016; Foladori et al., 2017a; Suárez, 2018: 21).

En estos tres países es donde el desarrollo de la NyN está más avanzado en relación al resto de los países latinoamericanos. Foladori et al., (2012) analizan las políticas públicas llevadas a cabo en Brasil, México y Argentina en cuanto a la NyN. Los autores identifican principalmente dos características en común entre estos

---

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 un estudio de caso europeo ver Kozhukharov y Machkova (2013). En la Unión Europea (UE) la nanotecnología fue promovida como una prioridad en ciencia y tecnología desde el 2002 y desde 2005 lanzó su plan oficial de acción en la temática, impulsando acciones hacia la consolidación de una red de infraestructura nanotecnológica y el desarrollo de plataformas nanotecnológicas. En la Nanored europea los nodos más importantes de investigación se concentran en Alemania, Francia y el Reino Unido (Delgado Ramos, 2006; Kozhukharov y Machkova 2013). En contraste al caso estadounidense, gran parte de la política de ciencia y tecnología en Europa está guiada por el principio de precaución y, por tanto, las actividades relacionadas con la investigación sobre aspectos medioambientales, de salud y seguridad de la nanotecnología tratan los problemas de riesgo potenciales, teniendo como objetivo reducir la incertidumbre sobre mismos (Hellsten, 2007; Hullmann, 2008). Para estudios sobre la nanotecnología en Francia ver Hesto y Lourtioz (2016) y para Alemania ver Zweck et al. (2008).

[39] Desde la década de 1980, los valores de la cultura económica ganaron terreno en las políticas científicas y tecnológicas, que comenzaron a estar orientadas hacia la innovación. La tecnología pasó a ser el factor más importante en la competitividad económica de un país y términos como “Sistemas Nacionales de Innovación” y “Economía del conocimiento” se ubicaron en el centro de gravedad. Así, el hecho de centrar las agendas de ciencia y tecnología en la innovación implicó reducir el conocimiento científico-tecnológico a un hecho económico, expresado en la competitividad (Lundvall, 2009 [1992]; Nelson, 1993; Arocena y Sutz, 2000).

países, pese a sus divergencias explicadas por su integración económica al mercado mundial. 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".[40] 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, y la promoción de la participación de las organizaciones sociales en las decisiones de política pública" (Foladori et al., 2012: 331-332).

Haciendo énfasis en la integración subordinada de las agendas de investigación públicas 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, a través del discurso de los organismos internacionales, que enfatizó encargó de resaltar un conjunto de

[40] Para un estudio en detalle de la conformación de centros de excelencia como estrategia de desarrollo de la NyN puede verse Záyago Lau et al. (2009).

atributos asignados a la nanotecnología, se buscó imponer la NyN como una línea tecnológica económicamente estratégica.

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 promueven un discurso que sostiene que el conocimiento y la innovación son prerrequisitos 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). En este marco se inserta el incentivo a los esfuerzos para impulsar la nanotecnología en estos países, como paso hacia la construcción de una “economía del conocimiento” y, como corolario, hacia un incremento de la competitividad y el crecimiento económico (World Bank, 2007: 167). Por consiguiente, la competitividad es una de las justificaciones recurrentes para promover el empleo 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. En esta dirección, también la noción de competitividad figura en el programa de Brasil y en los reportes emitidos por los gobiernos de México (Záyago Lau et al., 2009: 337; Foladori et al., 2017b: 150).

Por su parte, centrándose en la necesidad de promover la NyN en los países en desarrollo, un documento del Grupo de Trabajo sobre Ciencia, Tecnología e Innovación del Proyecto del Milenio de la Unesco hizo hincapié en la capacidad de la NyN para la mejora de “las condiciones de vida de los pobres” (Juma y Yee-Cheong, 2005). Por otro lado, la OEA también definió a la NyN como un área estratégica para la región latinoamericana –además de la biotecnología, tecnologías limpias, energías renovables y redes de información– en una reunión de la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología (COMCYT) celebrada en Ecuador en 2003, que abordó las políticas para el desarrollo científico y tecnológico en las Américas (COMCYT, 2004).

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 que están 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).

Sin embargo, 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). Según los autores esto se da debido a las fuertes barreras de entrada a la investigación en nanotecnología, 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 explícitamente 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 internas y en la cual tienen un gran peso las necesidades sociales extranjeras y los mercados extranjeros (Foladori e Invernizzi, 2013: 40-41). 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 nanotecnológicos específicos –avalados por estudios sobre potencialidades de las economías nacionales–,

visibilizan su sesgo de desvinculación de las necesidades endógenas y su rezago tecnológico.

1.4.1. Nanotecnología en Brasil

El primer país latinoamericano en orientar su agenda pública hacia la NyN fue Brasil, que rápidamente luego de anunciada la NNI en Estados Unidos en el 2000, lanzó su Iniciativa "*Brasileira em Nanotecnologia*" que fue tomando forma entre 2001 y 2004 (Foladori, 2005; Invernizzi, 2007; Delgado Ramos, 2007a: 176; Kay et al., 2009; Berger, 2016; Barbosa et al., 2018). El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT),[41] junto con el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil, reunieron investigadores para formar un taller y comenzar a establecer una agenda para impulsar la nanotecnología en el 2000. De este taller surge la necesidad de crear un programa nacional de NyN, mientras en simultáneo se impulsa 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).[42]

---

[41] El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) brasileño cambió de nombre a partir de agosto de 2011 a Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI).

[42] Estas redes son: i) la Red de Materiales Estructurados; ii) la Red de Investigación en Nanotecnología; iii) la Red Cooperativa para la Investigación en Nanodispositivos, Semiconductores y Materiales Nanoestructurados; y iv) la Red de Nanotecnología Molecular y de Interfaces (RENAMI) (Delgado Ramos, 2007a: 177).

Otros investigadores se nuclearon en torno a cuatro institutos del milenio orientados a diferentes áreas de nanotecnología: Instituto de Nanociencias; Instituto del Milenio de Materiales Complejos; Red de Investigación en Sistema en Chip, Microsistemas y Nanoelectrónica e Instituto Multidisciplinar de Materiales Poliméricos, que se financiaron con alrededor de 7 millones de dólares para el período 2001-2003. Estos institutos eran parte de un programa promovido por el Banco Mundial en varios países latinoamericanos orientado al desarrollo de redes de investigación de excelencia en áreas estratégicas, incluyendo la nanotecnología (Invernizzi et al., 2012: 56; Aydogan-Duda, 2012: 65).

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 y fortalecido: el Programa Nacional de Nanotecnología lanzado en 2005, que además estaba alineado con la Política Industrial, Tecnológica y de Comercio Exterior, establecida en 2004, 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; Invernizzi y Cavichiolo, 2009: 140). Según Barbosa et al (2018)

la nanotecnología 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 nanotecnología para el período 2005-2006 llegó a más de 30 millones de dólares –71 millones de reales– (Delgado Ramos, 2007a: 177) y, entre 2001 y 2007, Brasil invirtió alrededor de 83 millones de dólares -150 millones de reales- en nanotecnología (Invernizzi y Cavichiolo, 2009: 141) y entre 2004 y 2008 inclusive, el presupuesto para nanotecnología en el MCT fue de aproximadamente 95 millones de dólares (Kay et al. 2009). A los fondos federales deben adicionarse los recursos propios en nanotecnología 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 claramente definidos, 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; Invernizzi et al., 2012), 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).[43]A fines de 2008 se financió en Brasil una nueva estructura institucional, los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología con un foco temático de desarrollo a

[43] Las diez redes vincularon cerca de mil investigadores, las cuales fueron: Red de Nanofotónica; Red de Investigación en Nanobiotecnología y Sistemas Nanoestructurados; Red de Nanotecnología Molecular y de Interfases; Red de Nanotubos de Carbono: Ciencia y Aplicaciones; Red de Nanocosméticos: del Concepto a las Aplicaciones Tecnológicas; Red de Microscopía de Varredura Electrónica (Software y Hardware Abiertos); Red de Investigación en Simulación y Modelaje de Nanoestructuras; Red Cooperativa de Investigación en Revestimientos Nanoestructurados; Red de Investigación Nanoglicobiotecnológica; Red de Nanobiomagnetismo (Martins, 2010: 60). Las áreas priorizadas de las 17 redes del 2010 fueron: almacenamiento, producción y/o conservación de energía, nanomateriales, tratamiento de agua y/o remediación ambiental, reducción y/o tratamiento de la polución, incremento de la productividad agrícola, detección y/o control de vectores y plagas, liberación controlada de fármacos y monitoreo y diagnóstico en salud (Invernizzi et al., 2012).

largo plazo, donde la nanotecnología tuvo un papel relevante (Martins, 2010).[44] Además, en 2009 una convocatoria de propuestas de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES) –organismo dependiente del Ministerio de Educación, cuya función consiste en la evaluación de posgrados y otorgamiento de becas– dio lugar a más de 30 redes específicas para nanobiotecnología para dirigir aplicaciones en medicina. También se impulsó el establecimiento de redes de investigadores dentro de las universidades. Por ejemplo, la Universidad de São Paulo, la más grande del país y de la región –con más de 5000 profesores–, estableció una red en nanotecnología que ayudó a la comunidad a integrarse (Aydogan-Duda, 2012: 64).

Según Invernizzi et al. (2012) el MCT, a través de sus agencias, invirtió desde la formulación del primer programa de nanotecnología en 2004 hasta 2009, un valor aproximado a los 314 millones de reales –alrededor 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 Agencia de Financiamiento para Investigaciones 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 nanotecnología. Así, 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

[44] Como resultado, fueron creados en Brasil 123 Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología. Para más detalles consultar Martins (2010).

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 ha realizado 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).[45] 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).[46]

En materia de coordinación interministerial, hacia 2012 es creado el Comité Interministerial de Nanotecnología (CIN), dependiente del Ministerio de Ciencia, otorgando un estatuto de jerarquía y 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. 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 las nanotecnologías en Brasil. Entre sus atribuciones, le corresponde al CIN proponer mecanismos de acompañamiento y evaluación de actividades en el área, formular recomendaciones de planes, programas, metas y acciones para consolidar la evolución de la nanotecnología, indicando las potenciales fuentes de financiamiento y los recursos para apoyar proyectos de investigación, desarrollo e innovación. Entre las acciones del CIN podemos destacar, por un lado, su adhesión al proyecto europeo NANOREG, proyecto que impulsa una regulación internacional

[45] La necesidad de un marco regulatorio para la nanotecnología surgió en 2009 en el Foro de Competitividad de Nanotecnología, concebido como herramienta estratégica para apoyar iniciativas y programas en nanotecnología, creado por el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior, que fue organizado en cuatro grupos de trabajo: mercado, marco regulatorio, cooperación internacional y formación de recursos humanos, siendo su objetivo aumentar la competitividad del país en el mercado mundial, por medio de la articulación entre las necesidades del sector productivo -representado por empresarios y trabajadores-, el gobierno, y la academia (Invernizzi et al., 2012).

[46] En el año 2004 se creó en Brasil la Red Independiente de Investigación en Nanotecnología, Sociedad y Medio Ambiente (RENANOSOMA), que no contó con recursos financiaron púbicos, cuyo objetivo es analizar las dimensiones económicas, políticas, sociales, ambientales y éticas de la nanotecnología (Martins, 2010: 65).

en nanotecnología desde la Comunidad Europea, coordinando organismos gubernamentales y científicos de 64 países, buscando sentar las bases técnicas y científicas para las cuestiones relativas a regulación en nanotecnología, involucrando la OCDE, la Organización Internacional para la estandarización (ISO) y la Agencia Europea de Químicos (REACH/ ECHA). Por otro lado, otra acción destacable 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 nanotecnología 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 –que abordamos en el próximo capítulo–, 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, Brasil desarrolló algunas instancias o intenciones de cooperación con otros países latinoamericanos como Venezuela, Colombia, Cuba, Perú, Uruguay y Ecuador. A su vez, 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, estos dos últimos bajo la iniciativa de Nanotecnología del Foro India-Brasil-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. Este núcleo industrial incipiente incorpora la nanotecnología de diversas formas, dado que algunas se encuentran en fase de

investigación, otras desarrollan nuevos productos y la mitad ya comercializa productos que incorporan nanotecnología. Un dato relevante es que 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). En este sentido, la FINEP financió varios proyectos para incubar empresas y emprender investigaciones colaborativas en el campo de la nanotecnología (Kay et al. 2009). 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. Por ejemplo, según datos de 2014, de los 637 productos fabricados a partir de nanotecnología, 599 pertenecían al área cosmética, correspondiente al 94% de la producción total (Pellin y Engelman, 2017:113).

En este país, el principal órgano gubernamental responsable del desarrollo de la NyN es el MCT. Dentro del ministerio, la Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo (SEPED) se encarga de la definición de políticas y programas de investigación y desarrollo de nanotecnología. La SEPED tiene un Comité Consultivo para Nanotecnología, formado por investigadores de renombre internacional en el área y cuenta también con un Comité Ejecutivo de la Política de Desarrollo Productivo, formado por representantes de diversos órganos gubernamentales, que trabajan con nanotecnología (Martins, 2010: 56). 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).[47] Además, Brasil es el país de la región que posee mayor cantidad de

[47] Para ver los lugares y centros en los se trabaja e investiga nanotecnología en Brasil ver Foladori et al. (2012) y Foladori e Invernizzi (2013).

equipamiento e instalaciones adecuadas para llevar a cabo la investigación en NyN (Delgado Ramos, 2007a: 176).

En síntesis, desde 2004 fueron financiados numerosos proyectos en NyN por la 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 a través de la creación de la Acción Transversal en Nanotecnología para estos fondos en 2004 (Invernizzi et al., 2012: 58). Por su parte el CAPES sostiene la formación de 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). Además, el CNPq apoyó la inserción de investigaciones en actividades de I+D de empresas privadas, donde la nanotecnología era un área prioritaria. Sin embargo, este programa, llamado RHAE, fue discontinuado oficialmente en 2016, aunque ya desde 2013 no se realizaban nuevos llamados (Barbosa et al., 2018).

Barbosa (2017) analiza tres programas de promoción a la innovación empresarial en el área de la NyN en Brasil, la Subvención Económica a la Innovación de la FINEP, la subvención a la asociación de institutos de ciencia y tecnología con empresas y el programa RHAE de becas para investigadores en empresas del CNPQ –tres de los más importantes instrumentos de financiamiento no reembolsable en Brasil–, concluyendo que la política de innovación en nanotecnología en Brasil fue discontinua y volátil, marcada por rupturas, además de falta de selectividad y priorización (Barbosa, 2017: 127). Así, resume que entre el 2001 y 2004, la mayoría de las acciones en NyN se concentraron en el fomento a la investigación básica y en la formación de redes de investigadores, no en el sector productivo. En 2004 se impulsó el fomento empresarial, que en 2008 tuvo una caída acentuada, luego revertida en 2009. Sin embargo, de 2010 a 2012, la política de fomento a la NyN fue descontinuada, excepto por algunos proyectos de la RHAE en

2012. Después de 2013, la discontinuidad de las llamadas y proyectos fue total (Barbosa, 2017: 129).

Barbosa concluye que las políticas públicas de fomento a la innovación fueron discontinuas, con numerosos proyectos financiados, aunque con valores reducidos, impactando de forma negativa en el desempeño del sistema. En otras palabras, la política no actuó de modo consistente en el estímulo a la innovación en el área, así como no incentivó a las empresas a entrar en la nanotecnología. El mismo autor sostiene que las demás políticas de fomento en el área, como la provisión de infraestructura de investigación y el impulso a la investigación básica, pueden haber sido eficaces, pero que, en contraposición, la política en el ámbito de las empresas, a través de los instrumentos de financiación no reembolsable, fue inestable y volátil (Barbosa, 2017: 135). Así, Barbosa (2017: 151) demostró una incoherencia entre la importancia atribuida a la NyN en los documentos de política pública y la efectivamente observada en los esfuerzos gubernamentales dentro de los tres programas que el autor analizó.

Por último, según Delgado Ramos, la subordinación científico-tecnológica de Brasil con respecto a los países centrales se manifiesta, por un lado, a través de la firma de acuerdos de cooperación y programas de becas específicamente condicionadas a actividades de investigación en NyN a ser ejecutadas en Estados Unidos o la UE respectivamente.[48] Por otro lado, si bien Brasil se limita a desarrollar aplicaciones puntuales vinculadas a productos específicos, sobretodo en nanomateriales, lo hace bajo esquemas de colaboración con algún actor extranjero que financia o co-financia la investigación. En palabras de Delgado Ramos (2007a: 177), esto debe leerse como la desnacionalización del eventual negocio que el país podría hacer en esos nichos de innovación nanotecnológica. 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 y no en el sector empresarial de pequeña envergadura. Por ejemplo, las investigaciones financiadas por Petrobrás

[48] El autor refiere a un esquema de I+D subordinado a intereses y dinámicas exógenas.

para el desarrollo de herramientas de perforación de alto rendimiento y las potenciales aplicaciones nanotecnológicas vinculadas a la industria aeroespacial/satelital brasileña (Delgado Ramos, 2007a: 177-178; Aydogan-Duda, 2012: 64).

1.4.2. Nanotecnología en México

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 (Foladori, 2005; Delgado Ramos, 2007a; Suárez, 2018). En este país, la nanotecnología fue mencionada por primera vez en documentos oficiales en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECyT), que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, donde aparecía como un área estratégica para el desarrollo de materiales avanzados. El PECyT destacó también la necesidad de un Programa Nacional de Nanotecnología en México y una Red de intercambio científico en esta área, con un enfoque especial 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 nanotecnología como una de las nueve áreas prioritarias para el desarrollo de la ciencia y tecnología en este país y también como un subcampo importante dentro del sector energético (Foladori y Záyago Lau, 2007; Foladori e Invernizzi, 2013: 36; 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 el objetivo de conectar a los investigadores en la temática con un presupuesto aproximado de 700 mil dólares por cinco años, en la construcción de dos Laboratorios Nacionales de nanotecnología (2007) de aproximadamente 1,8 millones de dólares cada uno,[49] y en el desarrollo de parques

[49] Estos son el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (Nanotech) que se localiza en Chihuahua, en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (Cimav) y el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (Linan) con sede en San Luis Potosí, en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Cada uno recibió alrededor de 20 millones de pesos para su desarrollo -aproximadamente 1,8 millones de dólares- (Záyago Lau y Foladori, 2010: 151-152).

científico-tecnológicos donde estuvieran integrados las empresas, el gobierno y la academia. Se trata de espacios físicos con infraestructura y condiciones adecuadas para que se instalen empresas nacionales y transnacionales y cuenten con el apoyo por centros de investigación de alta tecnología (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.[50] Sin embargo, el Programa Nacional de Nanotecnología recomendado por el PECyT no fue creado por la 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, resaltando la relevancia social potencial de la nanotecnología (Suárez, 2018: 34).

Por otro lado, a nivel educativo fueron implementados nuevos programas de posgrado. Así, para el 2010 se llevaron a cabo cerca de 33 programas de maestría y doctorado en nanotecnologías 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 nanotecnología, aunque estos programas fueron diseñados como iniciativas individuales de las universidades, no como un programa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (Foladori et al., 2017a).

Según algunas estimaciones, entre 1998 y 2004, el CONACYT financió aproximadamente 152 proyectos de investigación relacionados con nanotecnologías, con un monto total estimado en 14.4 millones de dólares (Záyago

[50] 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).

Lau y Foladori, 2010: 151; Takeuchi y Mora Ramos, 2011: 60; Foladori et al., 2012: 341).

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 locales e internacionales son utilizadas por los investigadores para paliar la insuficiencia de la infraestructura tecnológica y científica, y pueden estar constituidas por entidades académicas e industriales. Se trata de redes heterogéneas, ya que en el seno de estas participan actores provenientes de diferentes disciplinas de la ciencia (Robles Belmont, 2009: 94).[51] La dificultad estriba en que México no presenta objetivos claros ni una dirección determinada en el desarrollo de la nanotecnología, carece 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 nanotecnología 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),[52] en donde la nanotecnología fue un tema prioritario (Záyago Lau y Foladori, 2010: 163). Además, el CONACYT en particular tiene acuerdos de cooperación

[51] Para un estudio sobre las redes científicas en NyN en México ver Robles Belmont (2009). Este estudio ofrece la presentación de dos casos de redes: la Red de Grupos de Investigación en Nanociencias y Nanotecnologías (Regina) de la UNAM, cuyo campo de acción está limitado al mundo académico y es una red informal que no tiene un estatuto institucional. Sus gastos se cubren con recursos provenientes de los proyectos individuales de los investigadores involucrados y con el apoyo puntual de los institutos o centros de investigación. El segundo caso es sobre el Centro Internacional de Nanotecnología y Materiales Avanzados, iniciativa que vincula la investigación con la industria a través de la colaboración entre la Universidad de Texas y varios centros de investigación en México y la participación de la industria en ambos lados de la frontera. Para el financiamiento de los proyectos, ambas partes científicas destinan cantidades iguales, aunque también puede provenir de la industria.

[52] Los programas Marco delimitan los campos científicos en los que se centrará la inversión pública de la UE y se diseñan cada tres o cuatro años.

específicos en nanotecnología con Argentina, la UE, Brasil y la Universidad de Manchester del Reino Unido y existen convenios de colaboración que incluyen a la nanotecnología como uno de los temas dentro de otros convenios más amplios con otros países, como China, Japón y Singapur (Foladori et al., 2017a).

Por su parte, la nanotecnología como prioridad en los programas oficiales de ciencia y tecnología, agrega Suárez (2018), financieramente se centró en la generación de infraestructura en laboratorios, la formación de recursos humanos y promoción de redes y proyectos de investigación. Estas actividades de nanotecnología fueron financiadas a través de las distintas 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. Así, a partir de 2001, en México hubo una expansión en la promoción de la nanotecnología, cuyo principal patrocinador ha sido el CONACYT junto con algunas organizaciones transnacionales como la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) o la UE a través de sus diversos Programas Marco.[53] Estas iniciativas se centraron principalmente en la promoción de redes de conocimiento, siendo el principal objetivo detrás de ello la posible discusión y eventual elaboración de un plan nacional de nanotecnología en México. Para ello, la red que funcionaría como catalizadora fue la Red temática de Nanociencia y Nanotecnología lanzada en 2008 y promovida por CONACYT, cuyo objetivo fue mapear los principales actores, áreas de investigación, capacidades y potencialidades de los grupos de investigación, programas de posgrado y proyectos tecnológicos. Hacia 2018, el plan nacional de nanotecnología aún no se había materializado en México, aunque el Consejo Técnico-Académico de dicha red fue integrado por los principales grupos de investigación dedicados a la nanotecnología en el país, como grupos de la

[53] 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, según su sitio web, 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).

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de San Luis Potosí (Suárez, 2018: 35-36). Una de las principales áreas de investigación en nanotecnología en México fue la investigación en ciencia de los materiales (Suárez, 2018).

En este sentido, con foco en la subordinación tecnológica en I+D en NyN, Delgado Ramos (2007a: 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 especialmente 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 específicamente 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 Delgado Ramos, la NyN en México en su mayor parte está integrada a modelos de cooperación de bajo o nulo efecto en su encadenamiento productivo y carece de una agenda de investigación vinculada a sus necesidades nacionales (Delgado Ramos, 2007c: 561).

Ahora bien, otros autores llegan a una conclusión similar. De esta forma, sobre el mismo punto, señalan Foladori et al (2017b: 155), esta Red Binacional de Centros de Diseño, 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. Además, fue creado un laboratorio binacional de sustentabilidad (BNSL, por sus siglas en inglés)

en conjunto con un clúster binacional para encapsulado de MEMS/NEMS, donde los laboratorios nacionales de Sandia tienen un rol protagónico, por su experiencia en MEMS. Sin embargo, 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 posibilidad de producir MEMS a escala industrial, lo que genera dudas sobre la viabilidad a largo plazo de esta estrategia (Foladori et al., 2017b: 160). Agregan, además, que si bien los proyectos entre México y Estados Unidos requieren la participación bilateral, la mayoría de los proyectos son administrados por Estados Unidos, que tiende a orientar los fondos de investigación hacia sus propios 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 las nanotecnologías. 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 nanotecnología, en gran medida siguiendo las indicaciones de la Secretaria 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 las nanotecnologías 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, observatorio o ley que regule empresas que trabajen o desarrollen aplicaciones a partir de la nanotecnología, ni tampoco análisis de evaluación de necesidades empresariales en nanotecnología–, Záyago Lau y Foladori (2010) ubican 23 firmas, recopiladas hasta abril de 2009, que utilizan insumos nanotecnológicos o que los obtienen mediante síntesis en sus laboratorios. Según los autores, la gran mayoría utiliza como insumo nanopartículas, sea producido por estas empresas o adquirido por un proveedor determinado. Sin embargo, desde 2012 México levanta, por solicitud de la OCDE, una encuesta específica en

empresas que trabajan con nanotecnología. Ese año la encuesta arrojó unas 188 “empresas nanotecnológicas” (Foladori et al., 2017a: 7; Suárez, 2018: 36).[54] 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. El 82% de estas empresas están ubicadas en cuatro estados de México: Nuevo León, Estado de México, Ciudad de México y Jalisco (Appelbaum et al. 2016).[55] 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 en las decisiones de ciencia, tecnología e innovación, y a subordinar la investigación y desarrollo a las demandas empresariales” (Foladori et al., 2017a: 4), así como tampoco hay mecanismos de promoción de la I+D y de la comercialización de las nanotecnología.

1.4.3. Nanotecnología en Argentina

Las primeras iniciativas de políticas de impulso a la NyN en Argentina tuvieron lugar unos años más tarde en relación a Brasil y México. La razón fue la profunda crisis social, política y económica que atravesó el país entre fines de 2001 y principios de 2002 y que lo sumió en un caos institucional durante varios años. Un antecedente importante que tuvo lugar en 2004 fue la organización de un taller en NyN para delimitar espacios y sectores en donde se hacía nanotecnología 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 que funcionarían entre 2007 y 2011 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 10 millones de dólares para los siguientes 5 años y fue lanzado el Plan Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías, aunque posteriormente no fue sancionado (Senado

[54] Sobre empresas que operan con nanotecnología en México, ver Appelbaum et al. (2016).
[55] 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, Whirpool, entre otras.

y Cámara de Diputados de la Nación Argentina, 2005). En 2006, la FAN abre su primera licitación para la financiación de iniciativas sobre nanotecnologías, mientras que la ANPCyT financia 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 pasa a estar bajo su órbita y también la ANPCyT, aunque esta última administrativamente. En el transcurso de los años también fueron inaugurados centros dedicados a I+D en NyN y se promovió la cooperación internacional en el campo.

Ahora bien, 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. Este fondo se propuso avanzar sobre las deficiencias de vinculación entre sector público y productivo a través de proyectos consorciados concentrados en tres áreas de las nanotecnologías: 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 está presente en el caso argentino. Delgado Ramos (2007a: 176) menciona dos mecanismos, por un lado, la creación de la FAN ligada a intereses de una multinacional estadounidense y, por el otro, el financiamiento de un proyecto vinculado a la NyN en el Centro Atómico Bariloche (CAB) que estaba siendo financiado desde 2003 por la Oficina de Investigación Naval del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

1.5. Similitudes y diferencias en nanotecnología en la semiperiferia

En síntesis, podemos decir que la NyN en Brasil, México y Argentina es asumida como sector estratégico. A primera vista 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 a través del desarrollo de estas nuevas tecnologías. 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, que también encontramos que conforman, como se verá a lo largo de la tesis, el foco del tipo de iniciativas recomendadas por los organismos internacionales y aplicadas por los países centrales.

Según Invernizzi et al. (2014: 12) las redes, tanto nacionales como internacionales, de NyN en los tres casos 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. Pero en las tempranas fases de apoyo a la NyN la cooperación en redes internacionales fue importante. En este sentido, Lavarello y Cappa (2010: 16-17) agregan que, 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 y, en el caso de México, la adquisición de equipamiento proviene también en buena medida de donaciones de sus socios extranjeros (Delgado Ramos, 2007a: 173: 175).

Asimismo, a pesar de que la nanotecnología es un área fuertemente interdisciplinaria, las redes nacionales creadas en los tres países mantienen la

separación disciplinaria. Por ejemplo, las cuatro redes en Argentina mantuvieron la separación disciplinaria entre física, química, ciencia de los materiales y biomedicina (Spivak et al., 2012). En México las universidades más importantes del país poseen sus propias redes donde la física es la disciplina más representativa, mientras que otras redes fueron creadas por la iniciativa de algunos investigadores en el marco de sus propios proyectos. En Brasil las primeras redes mantuvieron la separación entre física, química y la biomedicina, pero luego fueron reorientadas a objetivos enfocados en desafíos sociales del país (Invernizzi et al., 2014: 14).

Pese al discurso oficial del aumento de la competitividad económica e industrial, en los tres países tendió a prevalecer la investigación científica básica, mientras que los desarrollos y aplicaciones nanotecnológicas fueron escasos (Invernizzi et al., 2014). Lavarello y Cappa (2010: 16-17) mencionan que Brasil cuenta con una gran cantidad de investigadores vinculados a las nanotecnologías –en nanoestructuras y nanobiotecnologías principalmente–, en donde la mayor parte de la investigación se realiza en universidades, mayoritariamente en Campinas y San Pablo, y se articula en redes descentralizadas financiadas con recursos públicos, aunque prevalece un sesgo hacia la investigación básica. Por su parte, México no posee un programa nacional de NyN, aunque cuenta con varios proyectos de financiamiento público en nanomateriales, mayoritariamente bajo convenios bilaterales con Estados Unidos y la UE. Desde 2004 sus principales centros de investigación se articulan en una red binacional de colaboración con Estados Unidos para el desarrollo de sistemas micromecánicos y nanomecánicos (MEMS y NEMS). Es decir, los nichos que podrían llegar a generar aplicaciones nanotecnológicas forman parte de proyectos colaborativos donde participan países centrales.

Una característica general que comparten los tres países es la escasa inversión en I+D por parte del sector productivo, que lógicamente se da también en el caso de la NyN (Invernizzi et al., 2014: 15). Buscando superar este problema, los tres países implementaron incentivos económicos para asociar empresas con investigadores. En Brasil, el CNCPq incrementó significativamente 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 varios mecanismos como 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 inspira en el instrumento de Brasil. Por último, en México, con el anuncio del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012 a partir del 2008, 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. Un incentivo para que los investigadores se conviertan en empresarios provino de la modificación, en 2009, de la Ley de Ciencia y Tecnología, que estableció que los centros de investigación públicos pueden y deben fomentar *spin-offs* privados, manteniendo los investigadores hasta el 70% de las regalías por derechos de propiedad intelectual. 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: 351-352; Foladori, 2016: 74).[56]

Por su parte, Foladori (2012) agrega que un punto en común de 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 que sí lo están contemplando. El autor sostiene que los organismos internacionales –BM, BID, OCDE, OEA, UNESCO– seleccionaron a la NyN como área prioritaria, pero se abstuvieron de introducir criterios básicos en la implementación de políticas como el de los riesgos, tanto a la clase obrera, los consumidores y el medio ambiente

[56] Se suele utilizar el término “spin-off” para designar una empresa nueva, formada por miembros de un centro de investigación, como puede ser una universidad, o como desprendimiento de otra empresa.

(Foladori, 2012; Foladori e Invernizzi, 2013).[57] Foladori (2012: 159) agrega que prácticamente nada del financiamiento público de los países de América Latina destinado a la NyN fue dirigido a estudios de riesgo, con una sola excepción: un llamado por parte del MCT de Brasil en 2004 para estudiar los aspectos éticos y ambientales de la nanotecnología y la nanobiotecnología, que contó con la mitad del presupuesto –35 mil dólares aproximadamente– y que no tuvo continuidad. Sin embargo, hacia 2011 se solicitó un informe de riesgos sobre la nanotecnología, surgieron concursos para proyectos en relación a la nanotoxicología y se creó un grupo dedicado a trabajar en la elaboración de un marco regulatorio en el ámbito del Foro de Competitividad en Nanotecnología (Foladori, 2012: 166; Invernizzi et al., 2012).[58]

Las diferencias entre los tres países lógicamente se dan en la magnitud de los financiamientos públicos, que son difíciles de estimar, pero se pueden dar algunas cifras. Para Argentina, entre 2006 y 2010, se estima una inversión de 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011). 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). Según Foladori (2016: 65), el financiamiento público en el caso argentino se orienta explícitamente

[57] En noviembre de 2006 fue creada, por iniciativa de un grupo de académicos preocupados por los potenciales impactos de la nanotecnología en la salud y el medio ambiente, la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS), cuyo objetivo es abrir el debate sobre la inserción de la NyN en el desarrollo de los países latinoamericanos. Para más información visitar: http://www.relans.org/Home_Espanol.html (Consultado el 18/05/2018).

[58] Fueron los sindicatos y las ONGs –siendo los más activos el Grupo ETC y Greenpeace– los que llamaron la atención sobre el tema de los potenciales riesgos de la NyN. Para un estudio detallado de las políticas de riesgo ver Foladori (2012). Para estudios que describen los potenciales riesgos consultar Foladori e Invenizzi (2005) e Invernizzi y Foladori (2005), ETC Group (2003), The Royal Society (2004: capítulos 5 y 6). Para una reflexión de las implicaciones y potenciales riesgos de la nanotecnología, ver Delgado Ramos (2004); y para una reflexión sobre las visiones exageradas del potencial verde de la nanotecnología; ver Delgado Ramos (2007b). Sobre la necesidad de un nuevo modelo de gestión de riesgos como gobernanza anticipatoria en contexto de tecnologías emergentes como la NyN, ver García Hom (2012). Un análisis sobre las cuestiones éticas, políticas y culturales en la convergencia entre nanotecnología y biología molecular, puede verse en Ferreira y Leite (2009).

a pequeñas y medianas empresas, en Brasil la orientación es más diversificada, dado que busca integrar el financiamiento en laboratorios temáticos nacionales, siendo, por tanto, una política más articulada con estrategias nacionales de desarrollo, mientras que en el caso mexicano el financiamiento no se articula con proyectos de desarrollo nacionales (Foladori, 2016: 65).[59]

En cuanto al sistema educativo y la inclusión en este 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).[60] En el caso argentino, también algunas universidades incluyeron materias sobre nanotecnología en carreras universitarias de grado (Vela y Toledo, 2013: 21) y más recientemente, en 2016, fue aprobada la Licenciatura en Nanotecnología (Esteban, 2016).[61]

En el terreno de la subordinación científico-tecnológica de los países semiperiféricos frente a los centrales, el menos inmerso en este esquema es Brasil, aunque los tres casos presentan diversos grados de subordinación (Delgado Ramos, 2007a: 177-178). En el caso argentino esto fue visible en mayor medida en el proceso de creación de la FAN –objeto de análisis del capítulo 3–, que estuvo supeditada en sus inicios a la lógica de una empresa multinacional extranjera. En México, la subordinación es visible en el caso concreto de la Red Binacional de Centros de

[59] Para un estudio sobre la inserción de los países latinoamericanos en las cadenas de valor de nanotecnología, ver Foladori (2016).

[60] Por ejemplo, en Argentina fue aprobada por la CONEAU la "Especialización en Nanotecnología aplicada a la Salud" de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) en 2017. Más información en: http://www.unq.edu.ar/carreras/88-especializaci%C3%B3n-en-nanotecnolog%C3%ADa-aplicada-a-la-salud.php (Consultado el 21/05/2018). En el caso brasileño, a nivel posgrado se creó el programa de maestría y doctorado en Nanociencias y Materiales Avanzados en la Universidad Federal del ABC -estado de São Paulo- y la maestría en Nanociencias del Centro Universitario Franciscano (estado de Río Grande del Sur), mientras que otros cursos de posgrado tienen líneas de investigación en nanotecnología. A nivel de grado, la Universidad Federal de Río de Janeiro inició el curso en Nanotecnología en 2010 y la PUC-Río inició el curso en Ingeniería en Nanotecnología en 2011 (Invernizzi et al., 2012: 64-65).

[61] Resolución Ministerial 856/2016. Se trata de una Licenciatura de cursada presencial de 4 años de duración de la Universidad Caece. Disponible en: https://www.pagina12.com.ar/7360-una-nueva-carrera. Para más información ver: http://www.ucaece.edu.ar/carreras/departamento-de-sistemas/licenciatura-en-nanotecnologia/ (Consultado el 21/05/2018).

Diseño establecida a través de la FUMEC, que busca la colaboración en I+D en MEMS y NEMS, cuyos principales beneficiarios son el Departamento de Defensa y el empresariado estadounidense (Invernizzi et al., 2014: 16).

1.6. A modo de síntesis

En este capítulo hemos tratado, en primer lugar, de presentar a la NyN y las características destacables que la pusieron en el foco de interés de algunos sectores de la economía y la defensa en Estados Unidos. En segundo lugar, mostrar la manera en que la nanotecnología fue configurada como candidata a transformarse en una próxima TPG que puede sostener el dinamismo económico y la supremacía militar de Estados Unidos y, detrás, del resto de los países centrales. Y en tercer lugar buscamos visibilizar, a través de fuentes secundarias, la manera en que influyeron los organismos internacionales –como el BID, BM, OCDE, OEA, entre otros– en la definición de la nanotecnología como una tecnología estratégica y una prioridad en las agendas de ciencia y tecnología en los países semiperiféricos. Nos enfocamos en los tres países latinoamericanos –Brasil, México y Argentina– que tienen las mayores capacidades en materia de ciencia y tecnología, y también de NyN, desarrolladas en la región para describir sus principales iniciativas y sus dinámicas de fomento a la nanotecnología. Esta aproximación nos permitió identificar similitudes y diferencias entre ellos.

La nanotecnología fue configurada como candidata a transformarse en una próxima TPG que puede sostener el dinamismo económico y la supremacía militar de Estados Unidos, por un grupo reducido de científicos e ingenieros que percibieron sus potenciales beneficios para la economía estadounidense. Posteriormente, la NNI dio forma a estos esfuerzos a través de la configuración de una red de agencias descentralizadas orientadas a misiones u objetivos ("*mission-oriented*"). Desde el punto de vista de Mazzucato y Semieniuk (2017), este es el caso 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 la misión. Es decir, 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 agrupando tanto al sector empresario, al académico y financiero, haciendo entender el potencial de la NyN al sector productivo y creando así nuevos mercados de manera activa (Mazzucato, 2013). Buscando emular el patrón de política industrial tácita, rápidamente otros países centrales se sumaron a la tendencia de promoción al desarrollo de la NyN, entendidas como TPGs esenciales en la perpetuación de ciclos económicos dinámicos. Poco más tarde algunos países semiperiféricos y periféricos también comenzaron a incursionar en la NyN, orientando sus agendas públicas hacia su desarrollo.

En este capítulo nos enfocamos en los esfuerzos de Brasil, México y Argentina para promover la NyN, que fueron el resultado de una retórica difundida por los organismos internacionales, que destacaron los potenciales beneficios de la nanotecnología para el contexto de países en desarrollo. En estos países la NyN es asumida como área estratégica y las políticas adoptadas para incentivar este sector se enfocan en el aumento de la competitividad económica a través del desarrollo de esta nueva tecnología.

De los tres países, Brasil es el país más importante de América Latina en términos de infraestructura de investigación, número de investigadores, número de publicaciones y presupuesto asignado a la investigación en nanotecnología. A su vez, es el menos inmerso en el esquema de la subordinación científico-tecnológica de los países semiperiféricos frente a los centrales 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 cuanta con algunos 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 de la región relativos a la NyN. Por último, el apartado correspondiente a la NyN en Argentina,

si bien reducido, pone en foco en la creación de redes para promover la investigación básica en nanotecnología y posteriormente, en la creación de la FAN y de nuevas redes que buscaron la integración de empresas del sector privado en la NyN.

En este sentido, una característica y problemática que comparten los tres países es la escasa inversión en I+D por parte del sector productivo, que se da también en el caso de la NyN. De este modo, buscando superar este problema, los tres países implementaron incentivos económicos para asociar empresas con investigadores. En Brasil, el CNCPq 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 mecanismos como 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 2009, y que busca la integración del sector de investigación y productivo, se inspira en el instrumento de Brasil. Por último, en México, con el anuncio del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012 a partir del 2008, 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. Un incentivo para que los investigadores se conviertan en empresarios provino de la modificación, en 2009, de la Ley de Ciencia y Tecnología, que estableció que los centros de investigación públicos pueden y deben fomentar *spin-offs* privados, manteniendo los investigadores hasta el 70% de las regalías por derechos de propiedad intelectual.

Entonces, teniendo en cuenta las similitudes entre los tres países latinoamericanos, a grandes rasgos podemos sostener que la emulación de áreas prioritarias de países centrales por parte de los países semiperiféricos, aunque sin una orientación a sus propias necesidades sociales y económicas, contribuye a reforzar su posición subordinada en la división internacional de trabajo implícita en el mercado global,

como usuarios, compradores y adaptadores. Es decir que, a juzgar por los resultados, el interés de los organismos internacionales por promover el desarrollo de la NyN en países no centrales no parece perseguir un objetivo de transformación de sus economías, sino que, por el contrario, parece focalizarse en reforzar el liderazgo económico y militar de las economías centrales en el mercado global, a través de la integración subordinada de los países de menor desarrollo a sus propios grupos de investigación, con temáticas, prioridades y lógicas vinculadas a sus propias necesidades productivas y económicas.

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 a partir de una fuerte influencia de las agendas de los países centrales, que perciben a la nanotecnología como la próxima TPG que va 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 inicial gubernamental fue tardío respecto de sus vecinos. Así, el desarrollo de la NyN siguió en Argentina una trayectoria de generación de conocimiento en un área emergente –inicialmente caracterizada como área de vacancia–,[62] donde las primeras iniciativas de políticas públicas tienen lugar en 2004 y 2005. Una de estas primeras iniciativas –la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología– estuvo fuertemente marcada por el supuesto de que Argentina aumentaría su competitividad económica mediante el desarrollo de la NyN. Sin embargo, luego de un proceso de intenso debate, como se verá en el presente capítulo, comienza a dominar una lógica tendiente a favorecer el financiamiento de proyectos por área de conocimiento, centrada en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar todas las variables adicionales propias de las actividades de innovación productiva, donde el factor empresarial comienza a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales.

Si bien las políticas iniciales caracterizaron a la NyN como área de vacancia, con la presentación de *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015* (MINCyT, 2012) la nanotecnología comienza a ser conceptualizada como una TPG. En este capítulo,

[62] 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.

con el objetivo de enfocarnos en los problemas que plantea la adopción de la nanotecnología como TPG, siguiendo las tendencias internacionales y la influencia de los organismos internacionales de crédito, 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 posible para Argentina, a través del desarrollo de la nanotecnología, lograr un impacto positivo para su economía en el corto o mediano plazo, o bien, como demuestran las trayectorias de otras TPGs, este impacto solo será posible cuando la NyN comience, dentro de tres o cuatro décadas, a transformarse en una tecnología madura?; y, en la misma línea, ¿resulta estratégicamente viable, para Argentina, definir como TPG la nanotecnología y orientar las políticas bajo ese criterio?

La hipótesis que guía este capítulo supone que las políticas que fueron implementadas para fomentar la NyN en Argentina entre el período 2003–2015 muestran un desdoblamiento entre el discurso y la práctica.[63] Mientras que el discurso de las políticas se focaliza en el aumento de la competitividad económica –y en el sector productivo como actor protagónico–, la ejecución de las mismas se concentró mayoritariamente en la generación de recursos de financiamiento para actividades de investigación y desarrollo. Asimismo, buscamos demostrar, a través del recorrido por las políticas que fueron puestas en marcha para promover la nanotecnología, que la NyN en Argentina no pudo ser gestionada como una TPG –pese a ser caracterizada como tal–, categoría que a nuestro juicio supone una conceptualización errónea.

El presente capítulo se divide en cuatro secciones. La primera se enfoca en visibilizar la conformación del campo nanocientífico y nanotecnológico en el país antes de que se popularice el término “nanotecnología”. La segunda sección se dedica a mostrar, mediante un recorrido histórico–temporal, las políticas impulsadas para promover la NyN en Argentina, describiendo sus hitos más importantes y

[63] Con “discurso” nos referimos a las metas y objetivos que se explicitaron en los instrumentos de política que fueron implementados para promover la NyN, mientras que con “práctica” nos referimos a las acciones concretas impulsadas por las políticas.

mostrando sus deficiencias. La tercera sección, más breve que las anteriores, recopila las iniciativas en materia de cooperación científico–tecnológica en el área de NyN y busca determinar cómo influyeron en la investigación local. Por último, la cuarta sección describe en términos generales las características principales de la investigación nanotecnológica en Argentina.

2.2. Conformación del campo nanocientífico y nanotecnológico argentino

En Argentina, antes de las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN, existían en el país algunos grupos dispersos de investigadores cuyas temáticas estaban en el área de NyN –fundamentalmente físicos, químicos y especialistas en ciencias de los materiales– (Salvarezza, 2011: 18), aunque no se denominaban bajo ese término. En particular, 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). A fines de los años ochenta, el doctor Arría, entonces director del INIFTA, se puso en contacto con investigadores españoles que estaban vinculados con los grupos que habían inventado el microscopio de efecto túnel, el primer instrumento que permitió visualizar y manipular átomos individuales.[64] En ese marco, el doctor Salvarezza, que era en ese entonces investigador asistente del CONICET, consiguió una beca para realizar una estadía postdoctoral de tres años (1988–1991) en el Departamento de Física de la Materia Condensada y en el Departamento de Fisicoquímica de la Universidad Autónoma de Madrid en España y, durante 1989, consiguió otra beca del centro de investigación de IBM en Zúrich –donde seguían trabajando los inventores del microscopio de efecto túnel– para asistir a un curso sobre el uso de esa nueva técnica de microscopia. A su regreso a Argentina en 1991, dos años más tarde, el INIFTA consigue financiamiento –no sin complicaciones– para comprar este tipo de microscopio y se forma el Laboratorio

[64] Este microscopio fue inventado en 1981 por Gerd Binning y Heinrich Roher en un centro de investigación de IBM en Zúrich, Suiza.

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).

> "Eso es la secuencia histórica, pero esto no lo hicimos en el marco de la nanotecnología. Tal vez IBM Zúrich cuando desarrolla equipos tenía en mente aplicaciones que hoy son parte de la nanotecnología. Estos instrumentos, es muy curioso, se generan en una empresa […] IBM en ese momento tenía como objetivo la miniaturización, el poder de bajar el tamaño de los dispositivos electrónicos y para eso necesitaba tener un microscopio que le permitiera tener una resolución mucho mejor que los disponibles. En realidad, el mundo académico lo recibió en aquel entonces como un instrumento ideal para hacer física de superficies, STM, y biología, AFM. Después, cuando se cuenta toda la historia aparece Feynman en los sesenta como padre de la nanotecnología y se refiere allí el comienzo de este campo, pero en aquellos años ochenta, noventa no se hablaba de nanotecnología en nuestro país y muy poco o nada en el mundo. Hoy en día STM y AFM son símbolos de la nanotecnología" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

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 –situación de gran ajuste fiscal, que se tradujo en la escasez de financiamiento al sector científico tecnológico argentino–, empezaron a proponer el tema en la agenda de las políticas públicas. Por ejemplo, a fines de 2001, un grupo de investigadores –principalmente de la UBA– se refería a los cambios industriales que traería aparejada la nanotecnología y advertía que "Si bien la nanotecnología está de moda, la Argentina no puede quedarse al margen de todo este fenómeno" (*Clarín*, 2001). En este momento surgen 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 procedentes 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 los países en desarrollo, como sostienen Foladori et al., (2012), el objetivo de la promoción de la NyN estuvo ligado a la mejora de la competitividad de las economías de estos países, aunque sus agendas de investigación siguieron temáticas vinculadas a la investigación científica de frontera, pese a sostener en la formulación explícita de sus políticas que éstas persiguen aplicaciones comerciales

en el corto y el mediano plazo. 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.[65] 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. En este sentido, el autor añade que, en el marco de su investigación, "en off varios entrevistados señalaron esta decisión como una forma pragmática de no depender de la veleidad política para financiar el área", mientras que por el contrario otros entrevistados señalaron "una clara evidencia de falta de soberanía y de una verdadera política de Estado de CTI [Ciencia, Tecnología e Innovación]. No poder definir las prioridades por cuenta propia sin el aval de tales organismos es una sutil relación de dependencia". 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 recategorización –aquellos investigadores que trabajan en temáticas a nanoescala, aunque sin utilizar el término "nanotecnología"– y 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" –

[65] La ANPCyT fue creada en diciembre de 1996 mediante el Decreto 1660, como organismo dependiente de la SECyT, con la función de "organizar y administrar instrumentos para la promoción y el fomento del desarrollo científico–tecnológico y de innovación tecnológica en el país". Comienza a funcionar el 20 de mayo de 1997, integrándose con dos fondos, el FONTAR (Fondo Tecnológico Argentino) y el FONCyT (Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica) (Mallo, 2011). Cuando se crea el MINCyT, a fines de 2007, la ANPCyT quedará bajo su dependencia y, en los años siguientes, creará otros dos programas, el FONSOFT (Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software) y el FONARSEC (Fondo Argentino Sectorial).

aquellos investigadores que se sumaron hacia la temática luego de su popularización bajo el término “nanotecnología”–. 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 y reconocidos por las comunidades científicas internacionales, a nivel nacional se puede identificar también 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 a la reorientación de 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. Por ejemplo, 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). A continuación, citamos una serie de fragmentos donde determinados investigadores refirieron a sus comienzos en la investigación en NyN:

> “[…] fue en el año 2000, cuando terminé mi carrera de grado en la universidad de biotecnóloga y comencé una aventura hacia el doctorado en la preparación y utilización de los liposomas. En el año 2000 no se hablaba de NyN, pero sí se hacía uso de lo que después sería llamado como diferentes nano-objetos, como los liposomas que tienen una larga trayectoria, así que ahí es donde comencé a incursionar en este tema. No se llamaba de esta manera” (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).[66]

> “En mi caso me vinculé con la nanotecnología sin saberlo cuando hice mi tesis doctoral, que en aquella época el termino nano [no se utilizaba] escribí

[66] Investigadora perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas (CIDeN) de la Universidad Nacional de Quilmes (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).

mi tesis en el año 1994 y trabajaba con unas soluciones que en aquel momento se llamaban micro heterogéneas, pero en realidad tenían dimensiones nanoscópicas. Durante muchos años ni me enteré de que trabajaba en nanotecnología, hasta que empezó a aparecer la palabra nano y la definición nano y a caracterizarse ciertos sistemas como nano cuando antes no se los caracterizaba […]. Pero ya como profesional, empecé recientemente a trabajar con proyectos que yo diseñé en el tema de nanotecnología. Y entre ellos, estaban los temas del diseño del electrodo con nanomateriales para la detección de glucosa o de sustratos de interés […] y también detectores ópticos para detectar contaminantes. En eso estamos trabajando ahora" (Comunicación vía Skype con entrevistado/a A, 14/08/2017).[67]

"Yo vengo desde que era estudiante, empecé con una beca de investigación en un Laboratorio del Departamento de Física en Ingeniería. En ese laboratorio se trabajaba en sólidos amorfos. Es decir, cuando empezás a reducir el tamaño de las asociaciones atómicas, o sea de los granos en un cristal, llegás a la estructura nanométrica y podes ir hacia abajo y ya no tenés orden prácticamente. Hay un orden de 0,1 nanómetro, estás hablando prácticamente de un Armstrong […] eso es un material que se llama amorfo. El vidrio de la ventana es una estructura amorfa que tiene ese desorden. Yo empecé a trabajar desde el desorden, desde ahí fui pasando cuando vos el material lo calentás, evoluciona, toma asociaciones, se hace más estable va hacía una estructura nano y después de nano sigue creciendo y pasa a una estructura que uno conoce habitualmente que puede llegar a tener un milímetro o un grano de 1 centímetro como mucho. Mi devenir en la nanotecnología o en los nanomateriales es distinto. Yo vengo del desorden hacia el orden nanométrico […]. Yo venía trabajando en el 95 en el exterior, haciendo muchas cosas diferentes. Había trabajado con láser, agarré todo el boom en Europa de pasar de los amorfos a los nano pero magnéticos cuando

[67] El entrevistado/a prefirió mantener el anonimato.

uno empezaba a cristalizar. Tenía propiedades distintas. Después empecé trabajando con gente que hacía más metalurgia, trabajé ya con aluminio […]. Empecé a buscar materiales y no solamente la nano es lo mejor que hay, sino que para cada aplicación cada material tiene sus propiedades y pueden ser muy beneficiosas. No hace falta que todas sean nano. Eso tuvo un boom de esnobismo. Es como que la nano va a solucionar todo, que se esperaban trillones y trillones de beneficios por lo que se iba a producir y no es tan así. Eso porque va impulsado, se hacen políticas y el entusiasmo de la gente que va atrás de eso y bueno, pero no es tan así" (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

"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 90 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 de 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).

"Con nanotecnología no la vi como tal. Soy Ingeniera Electrónica y después Doctora Ingeniera y, es más, el Doctorado en Ingeniería lo terminé haciendo con materiales nanoestructurados cuando no tenía esa mirada tan clara. En la electrónica, si vos vas bajando en escalas con la mirada de ingeniería, que es la mirada de ir reduciendo el tamaño y pasa de la macroescala a la

mesoescala que es la submilimétrica y después bajas a la micrométrica. Es reducción de escala buscando miniaturización, con reducción de consumo, aumento de la velocidad de transmisión de data. Es una mirada ingenieril y es la de *top-down*, de arriba para abajo. Sin ver el concepto de variación de propiedades intrínsecas de la materia, que es la nanotecnología. Entonces nosotros nos fuimos formando en reducir escala y llegamos a la microelectrónica. Manejamos técnicas y realizamos dispositivos con mirada ingenieril. Con los electroquímicos […] es al revés. Es *bottom-up*, de abajo hacia arriba, donde ellos manipulan, crean o construyen materiales con una mirada de autoensamblado, desde lo molecular, lo biológico a construir hacia arriba" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

"Yo me recibí en el '93 y trabajaba en esa época en síntesis de materiales. Trabajaba como alumno de la UBA de la carrera de Química en un grupo que hacia la síntesis de materiales. Y la palabra NyN en Argentina no existía en esa época. Mundialmente empezaba, empezó a surgir a fines de los '80 más o menos, con el advenimiento de las microscopías de sonda, era un boom […] nosotros trabajábamos en un grupo que estaba asociado a la CNEA, y ellos estaban interesados en obtener polvos cerámicos en formas de partículas del mismo tamaño […] eso era interesante en la industria combustible nuclear. Entonces yo me dedicaba a sintetizar partículas, a estudiar los mecanismos de formación de eso […]. Terminé mi tesis, aprendí un montón, y cada vez me fui metiendo de a poquito en la nanoescala […]. Me recibí en el '93 y me doctoré en el '98. Y ahí me fui a Francia, ya ahí se empezaba a hablar de la nanotecnología, a trabajar en un grupo que hacía nanotecnología efectivamente, nanomateriales. Y bueno, a partir de ahí no paré más. Eso me formó mucho, mi estadía en Francia, porque el grupo en el que yo trabajaba que era el laboratorio de química de la materia condensada de París y trabajaba mucho con industrias. Y vi el potencial que tenía trabajar con industrias cuando trabajabas con nanomateriales […]. Entonces, yo viniendo de un ambiente ultra básico de química, empecé a

estar en contacto permanente con las aplicaciones" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

"Antes de que la nanotecnología se conforme como un campo en la SECyT, desde la CNEA en el año 1998 o antes todavía, estábamos haciendo sensores de gas con películas delgadas nanoestructuradas que después derivó en un desarrollo de narices electrónicas con nanotecnología. En realidad, eran sensores micro y nano a la vez y la idea surgió de mi estadía en Italia en el instituto de microelectrónica y microsistemas. Trabajábamos en cooperación con Italia en la década del 90 (1994-1995) en estos sensores de gas, que eran una mezcla de nanotecnología en películas delgadas y microtecnología en sensor de gas […]. Teníamos 3 proyectos de cooperación bilateral con Italia en micro y nanotecnología en sensores de gas […]. El primer PICT del 97 en sensores de gas para narices electrónicas, el sensor de gas era micro y nano. El título del trabajo era otra cosa. Es lo que pasa con la nanotecnología, entran muchas áreas tecnológicas. Nuestro trabajo era películas delgadas por abrasión láser para sensores de gas para narices electrónicas […] propusimos antes del 2000 un proyecto de inversión en la CNEA con Alfredo Boselli, que se llamaba *LabMems: Laboratorio de microelectromecanicals systems*. Sería un laboratorio de microsistemas, que recién empieza a financiarse algo en el año 2003. Se aprueba el proyecto de inversión en la CNEA en el Ministerio de Economía, porque los proyectos de inversión pública son BAPIN [Banco de Proyectos de Inversión Pública],[68] y arranca la construcción de ese laboratorio en el año 2003, que se llamaba *LabMems fase 1* y fue la primer sala limpia con aire controlado que hicimos en Argentina, que es la que está en el CAC. Había mucha gente, no solamente nosotros en la CNEA, que ya estaba empezando a trabajar en micro y nanotecnología. Nosotros sin darnos cuenta trabajábamos en nano, nosotros como grupo en CNEA nos abrogábamos las microtecnologías pero estábamos trabajando en nano […] nuestro primer dispositivo era

[68] El BAPIN es el Sistema de Información donde los Organismos Públicos registran todos los proyectos de inversión pública a ser financiados con recursos del Estado Nacional.

nanotecnológico. Una mezcla de las dos cosas […]. El primer proyecto que hicimos que era nanotecnológico, nosotros ni sabíamos que hacíamos nanotecnología, publicábamos cosas en el 94 y 95, en el 97 con el PICT que era películas delgadas para sensores de gas hechas por abrasión láser. El resultado era nanotecnológico, pero nosotros lo encarábamos como películas delgadas por abrasión láser, pero el elemento clave que hacíamos era el nanofilm. Como no estaba de moda acá, trabajábamos con nanotecnología y cuando me di cuenta lo que era, levantamos la mano. E hicimos todo esto desde el año 1994. Nosotros veníamos trabajando en esto, pero hubo gente que sí levantó la mano y empezó a hacer nanotecnología. Nosotros descubríamos que hacíamos nanotecnología desde el 94 […] nosotros éramos un grupo más tecnológico, orientados hacia productos tecnológicos y aparecieron los científicos más orientados al paper y cuando vieron que había fondos empezaron a poner todos los papers en la mesa y nosotros casi que no teníamos. Lo que teníamos era este sensor, teníamos pocos papers pero mucho recorrido en tecnología nano" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

Y en alusión a la generación de una demanda asociada al diseño y formulación de políticas públicas para la NyN y la incipiente conformación de la agenda pública, el mismo entrevistado señaló que fue asesor ad honorem de Tulio Del Bono, que fue secretario de Ciencia y Tecnología de la Nación en el período 2003-2007, en nanotecnología:

"[…] conozco a Tulio Del Bono en el Diálogo Argentino.[69] […] Yo estaba en el diálogo de ciencia y técnica y escribí el capítulo que, cuando asume Néstor Kirchner, le entregamos el volumen de las propuestas del Diálogo Argentino

[69] El Diálogo Argentino fue un proceso –convocado por el gobierno nacional, la iglesia católica y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) el 14 enero de 2002– que, mediante la participación de la sociedad, buscó contribuir a la reconstrucción de las bases sociales frente a la profunda crisis político-institucional, económica y social que sufría la Argentina. Contó con propuestas en el terreno socio-laboral-productivo, educación, salud, justicia y reforma política y hubo una mesa dedicada a Ciencia y Tecnología. Para más información: http://dialogo-ciudadano.com.ar/institucional/historia/ (Consultado el 29/06/2018).

en ciencia y tecnología. Y ahí ya estaba, incipientemente mencionado, lo de micro y nanotecnologías […]. Y Tulio Del Bono me nombra asesor de él ad honorem y ahí se empieza a gestar, con otras personas también, el hecho de que fuera un área de vacancia […]. Me nombran asesor de tecnologías de seguridad, porque yo orientaba toda la investigación en micro y nano en tecnologías para la seguridad. Olfateadores […]. Después también […] en el plan estratégico escribimos junto con el doctor Varotto el capítulo de micro y nanotecnologías para actividad espacial en año 2002-2003 […]. De alguna manera, yo me puedo abrogar como asesor de Tulio Del Bono, generé la línea. Fui al primer EuroNanoForum, iba a todos los foros internacionales, volvía y decía 'hay que hacer esto' […]. Había muchos así" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).[70]

2.3. Políticas de promoción de la nanociencia y nanotecnología

2.3.1. Primeras redes científicas en NyN

Las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN tuvieron lugar en 2004 a través del "Taller sobre las Nanociencias y las Nanotecnologías en la Argentina", organizado a mediados de marzo por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) –dependiente del Ministerio de Cultura y Educación–, en el cual se expuso el estado local de la NyN y se identificó la necesidad de impulsar la creación de redes de investigación en NyN. A raíz de este Taller, se conformaron comisiones de trabajo con el objetivo de confeccionar un documento preliminar con ideas y recomendaciones hacia donde concentrar los esfuerzos públicos (Andrini y Figueroa, 2008: 27).[71] El diagnóstico motivó que, a

[70] El EuroNanoForum es el foro Europeo de Nanotecnología más importante, dirigido a científicos, industriales y funcionarios vinculados a la temática, que comenzó a realizarse en 2003 y se continúa organizando hasta la fecha.

[71] En este taller estuvieron presentes: el entonces Presidente de la ANPCyT, Dr. Lino Barañao y representantes de distintos centros de investigación: INQUIMAE-FCEYN-UBA, Dra. Sara Bilmes y Dr. Ernesto Calvo; FFCEyN-UBA, Dra. Andrea Bragas; CONICET-CITEFA, Dra. Noemí Walsö De Reca; CITEI, INTI, Ing. Liliana Fraigi; FI-UBA, Dra. Stella Duhalde; CNEA-CAC, Dr. Ana Llois; INIFTA-La Plata, Dr. Roberto Salvarezza; INTEC, Sta. Fe, Dr. Roberto Koropecki; Universidad Nacional de Entre Ríos, Dr. Fabio Guarnieri; Universidad de Río Cuarto, Dr. Diego Acevedo; FAMAF-Córdoba, Dr. Horacio Pastawski; CAB-CNEA, Dr Roberto Zysler; CAB-CNEA, Dr. Hernán Pastoriza y Dr. Francisco de la Cruz (Andrini y Figueroa, 2008: 27).

comienzos de noviembre, en la convocatoria de proyectos de una nueva línea de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo llamada Programa de Áreas de Vacancia (PAV), financiada por la ANPCyT –dependiente de la SECyT–, a través del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), se incluyera una partida financiera específica para NyN (Andrini y Figueroa, 2008: 27). 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 paralelo a los proyectos PAV, durante los días 25 y 26 de noviembre de 2004 se llevó a cabo en Buenos Aires una reunión organizada por la SECyT conjuntamente con representantes de la UE, destinada a promover las capacidades nacionales en el área de la NyN, estableciendo vínculos a través de programas de investigación y redes europeas (Andrini y Figueroa, 2008: 30).

Finalmente, 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– 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 instituciones como la CNEA –el Centro Atómico Constituyentes (CAC) y el Centro Atómico de Bariloche (CAB)–, el CONICET y 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 –como lo indica su nombre– 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 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; ver 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 (ver figuras 2.3. y 2.4. en Anexo).

Cuenta el físico Ernesto Calvo que se compraron equipos para complementar los laboratorios, ya que “De golpe vos pones 500 mil dólares o un millón de dólares y lo sumás a cosas que tenés”. En sus palabras, además, las redes permitieron “una cosa muy importante”, que “en general los burócratas en Argentina no lo aprecian mucho”, que fue “formar redes de jóvenes. Eso fue muy importante […]. Movilizar o

hacer mini simposios y juntar a los becarios, que después se conocen, establecen relaciones entre ellos […]. De ahí quedan los contactos" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

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, 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. Era todo ficticio, era una cuestión para repartirse alguna plata disponible […]. Así que para mí no sirvieron para nada" (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).

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" y, en cambio, "se podría haber gestionado un menor número de redes, con más personas y con esfuerzos más concentrados". 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

estratégico 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, la movilidad estudiantil no se restringió a los nodos de una red, sino que también conectó las redes entre sí:

> "Recuerdo que 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, porque las redes nos permitieron… si bien la plata finalmente llegó en el 2007. La convocatoria PAV fue en 2004. Igual, el hecho de formar la Red hizo que empezáramos a trabajar aun sin financiamiento, con los proyectos que teníamos vigentes, pero ya empezamos a hacer trabajos de cooperación con gente de CNEA e INQUIMAE. Se empezaron a articular distintos grupos […]. Las redes contribuyeron un montón en esto […] 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 […]. Entonces mucha gente se movió y se integró

en la comunidad de nano y trató de ir adaptando su investigación a los temas de lo que abarcaban la nanociencia y la nanotecnología" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

2.3.2. 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 Ministerio de Economía y Producción, siendo Roberto Lavagna el ministro. En términos del "protomodelo" que desarrollaron Oszlak y O'Donnell (1995), que analiza el proceso mediante el cual un tema es problematizado socialmente, transformado en cuestión e incorporado en la agenda del debate público, toda cuestión –entendida como problema socialmente vigente– atraviesa un ciclo vital que se extiende desde su problematización social hasta su resolución –entendida como su desaparición como tal– 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:

> "Yo los quiero rescatar a Mariscotti y a Paco porque yo creo que en todo proceso de políticas públicas en un país hay alguien que las inicia, errado o no. Ellos no figuran demasiado en ningún lado […] Paco de la Cruz y Mariscotti me parecieron dos personas muy inteligentes, muy apasionados por lo que hacían […] los quiero reivindicar porque son una parte de la historia importante" (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).[72]

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*

[72] 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).

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),[73] explicitando así la toma de posición por parte del Estado y legitimando la cuestión. Sobre el origen de dicha alianza estratégica, comentaba Lavagna:

> "Tomando contacto con centros de excelencia, identifiqué a quien dirigió las tesis de cuatro argentinos que trabajan en nanotecnología en la que es probablemente la empresa más importante del mundo en la materia, Lucent. Inmediatamente respondieron y vinieron a la Argentina. Pero no vinieron a título personal, sino que lo hicieron con autorización de su empresa. ¿Por qué? Porque en su empresa se identifica efectivamente a la Argentina" (Caligaris, 2004).

Por su parte, el director regional de ventas de Lucent para la región, el ingeniero argentino Javier Rodríguez Falcón, explicó el interés en hacer el emprendimiento relacionado a la nanotecnología en Argentina dado que por primera vez el gobierno local se comprometía con políticas de tecnología a mediano y largo plazo y agregó que desde su empresa no se percibían "problemas institucionales ni económicos en el país". Además, Argentina "se sigue manteniendo como la tercera economía de América Latina, después de Brasil y México" y siempre fue un país que "adoptó nuevas tecnologías". Agregó que Lucent está "en el país desde 1992 con laboratorios de tecnologías inalámbricas" y que "es uno de los centros de excelencia que Lucent posee en el mundo". Sobre el proyecto en nanotecnología explicó:

> "El año pasado se realizó en Bariloche un congreso sobre el tema en el que participaron los Bell Labs (los laboratorios de I+D de Lucent). A raíz de esto hubo reuniones con el Gobierno. El ministro Lavagna quiere mover a la Argentina hacia el desarrollo de alto valor agregado en el país, como la

[73] Lucent Technologies fue una de las empresas que integró las comisiones que analizaron y dieron forma a la NNI estadounidense (Delgado Ramos, 2007a: 169).

nanotecnología. Si la Argentina se transforma y logra desarrollos de alto valor agregado será competitiva en el mundo y no sólo por temas de costos" (*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 unos pocos años, así que las dos partes buscaron el acuerdo: "La compañía norteamericana capacitará científicos argentinos, e investigadores de Lucent trabajarán en proyectos argentinos", comentaba López (Sametband, 2005).

En referencia a este vínculo estratégico, Lavagna declaró que "Lucent Tecnology 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 de la nanotecnología 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 Jersey (IDEA, 2004; *La Capital*, 2004)[74] y 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

[74] 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.

era desinteresada, a juzgar por la ausencia de argumentos que explicaran cuál era el interés de Lucent para asumir este compromiso.

El 27 de abril de 2005 se firmó el Decreto 380,[75] 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).[76]

Con esta iniciativa, el Estado, a través del Ministerio de Economía y Producción, 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 la República Argentina 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".

Como capital inicial el Estado argentino ponía una suma de $12.000 en efectivo –aproximadamente 4.100 dólares– y se comprometía a aportar 10 millones de dólares durante los primeros cinco años de funcionamiento de la entidad (Decreto 380 de 2005).

Esos 10 millones de dólares serían destinados a la construcción de salas limpias menos complejas en Argentina, donde se probarían nanodispositivos construidos en los Estados Unidos. Más precisamente, según un portavoz de la Secretaria de

[75] *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.
[76] Los dos lugares de Lucent en el directorio de la FAN lo ocupaban Daniel López y David Bishop, presidente del grupo de nanotecnología de Bell Laboratories (Sametband, 2005).

Industria, en el primer año serían utilizados 1,9 millones de dólares para iniciar la construcción de un laboratorio en Argentina y capacitar al personal. Durante el segundo año, una inversión de 2 millones de dólares sería destinada a generar los primeros prototipos, equipos y capacitar más científicos. Y finalmente, en el tercer año del proyecto, se esperaba que comience la fabricación en Estados Unidos, con una inversión prevista de 1,7 millones de dólares (Sametband, 2005). Falcón, el vicepresidente de Lucent, agregó que: "El objetivo es que el diseño de las nanotecnologías se realice aquí [en Argentina] y, luego, las aplicaciones se fabriquen en los cuartos limpios de Nueva Jersey", que serían vistas en cinco o diez años (*EnerNews*, 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 a la FAN y salía, que es normal eso: pagar el uso de los laboratorios externos. Entonces […] se fabricaba en Lucent, se medía en Bariloche. Era un laboratorio para medir, no para fabricar. Tecnológicamente y estratégicamente, como país tenes más potencia si diseñas 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. Y yo les dije ‘Sí, lo vamos a lograr’ y de hecho lo logramos, porque Hernán Pastoriza que hizo un *lab on a chip* en microfluídica, que lo pensaba hacer en Lucent, años después lo hace acá en Buenos Aires en nuestro laboratorio […] la clave fue que Del Bono y la CNEA creímos todos que era importante fabricar en Argentina, desarrollar en Argentina, porque 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 […]. Le dije ‘están poniendo 10 millones de dólares sólo para medir, y fabricar en Lucent’. Varotto me dice ‘No, hagámoslo acá’ […]. 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 a la medición y caracterización de los dispositivos que Lucent desarrollaría en un esquema altamente focalizado y cerrado. Asimismo, 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 sociales manifestaron su posición frente a esta cuestión a través de críticas. Entre las críticas al Decreto 380, el 20 de mayo de 2005, la Comisión directiva de 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,[77] aunque aceptó como favorable el hecho de que se haya reconocido explícitamente la necesidad de invertir en la ciencia y tecnología, más precisamente, en el área “en la que el mundo desarrollado está haciendo las más grandes inversiones”. Además, sostenía que el criterio y la experiencia de investigadores locales debería ser aprovechado para determinar los nichos más convenientes para el desarrollo de la nano y microciencia (AFA, 2005). Por su parte, el Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología (CECTE),[78] por solicitud de la AFA, se centró en los aspectos éticos del Decreto 380. Así, sostuvo que, si bien la iniciativa para promover la investigación científica y tecnológica es positiva, 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. Precisamente para regular la investigación básica y tecnológica es que fue creada en 2001 la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación (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, tecnología e innovación productiva” y “sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología”.[79] Por consiguiente, Puig de Stubrin presentó

[77] 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.

[78] 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.cecte.gov.ar/ (Consultado el 19/6/2018).

[79] 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).

un proyecto solicitando al Poder Ejecutivo Nacional un informe para aclarar la que manera en que se decidió la asignación de fondos y si fueron respetadas las disposiciones de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación en cuanto a los objetivos de política científica y el proceso de concurso público, entre otros (*El Litoral*, 2005b). La diputada remarcó que "El Gobierno debe informar si el decreto por el cual se creó la FAN se sustenta en dictámenes jurídicos de los órganos de control en materia de legalidad, económico financiero y de gestión" y también deberá responder si en la asignación de fondos "se garantizaron iguales oportunidades de participación a todos los posibles grupos de investigación y desarrollo del sistema tecnológico del país, mediante concurso público" (*El Comercio*, 2005).

El cuestionamiento de Puig de Stubrin se apoyaba en la magnitud de adjudicación de fondos a una fundación en la que participaba una empresa privada. Asimismo, en el proyecto se le pedía una explicación al Poder Ejecutivo acerca de la "propiedad de las patentes de los productos que se desarrollen en la Fundación" y "si se ha previsto que, por falta de empresas que desarrollen nanotecnología en el país, los recursos humanos que se capaciten podrían terminar en el exterior". Así, agregaba que el Estatuto le otorga a la FAN un amplio margen para actividades que exceden a la nanotecnología (*El Litoral*, 2005b) siendo que "la Fundación resulta autorizada para: adquirir derechos y contraer obligaciones que tengan relación directa o indirecta con el cumplimiento del objeto fundacional" (*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 (Lugones y Osycka, 2018). Así, 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 durante las próximas décadas" (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).[80]

En los "Fundamentos" de este proyecto de Ley, con referencia a la iniciativa de Lavagna, se expresaba que las atribuciones que le otorga el Decreto 380 a la FAN rompen "completamente con la lógica de la legislación vigente" en lo que hace al "diseño de políticas e instrumentos de promoción de actividades de ciencia, tecnología e innovación", "la financiación de actividades CTI [Ciencia, Tecnología e Innovación]", "la ejecución y desarrollo de las actividades CTI" y "la evaluación de los resultados de actividades CTI". Luego 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 ha sido fundamentado con ningún estudio que demuestre que esa es la mejor estrategia para el desarrollo de productos específicos vinculados a la nanotecnología" y que sus mecanismos "parecen beneficiar solo a un reducido grupo de investigadores que tienen contactos personales con una empresa extranjera particular". 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).

[80] Con respecto al financiamiento, en el artículo 4 se aclaraba que las actividades y proyectos de investigación y desarrollo básicos y la formación de recursos humanos se solventarían con subsidios por instituciones del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y la ANPCyT, a través del FONCYT. Y los proyectos de investigación aplicada serían financiados por el Fondo Argentino de Nanotecnología (FAN), el cual pasaría a reemplazar la Fundación Argentina de Nanotecnología (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Finalmente, reconociendo que “solo en Estados Unidos se han invertido en los últimos años, en infraestructura, equipamiento y recursos humanos, cerca de 10.000 millones de dólares”, 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, ya que no estamos en condiciones de realizar inversiones de miles de millones de dólares como se hacen en los países desarrollados”, 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).

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).[81] A continuación, se presentaban algunas áreas muy acotadas en las que algunos países en desarrollo ya habían comenzado a impulsar actividades de investigación y desarrollo,[82] 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

[81] 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.

[82] Como India en un dispositivo basado en un sistema de detección de enfermedades y Brasil en estructuras nanomagnéticas que podrían ser utilizadas en la limpieza de contaminación por petróleo. Asimismo, se tomaron en consideración las recomendaciones de un panel internacional de expertos que señaló que las áreas con mayor potencialidad para generar impactos socioeconómicos en países en vías de desarrollo eran: la producción de energía, la mejora en la productividad agrícola, el tratamiento de aguas y el diagnóstico de enfermedades.

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 TPG. De esta forma, nuevamente se retornaba a la lógica internacionalista de la inversión en conocimiento en un área emergente y de integración subordinada a los centros internacionales (Hurtado et al., 2017: 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[83] figuraba el objetivo de "contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación", "a la integración de los esfuerzos y actividades de investigación a escala europea", "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, ayudando a las empresas y a los innovadores en su esfuerzo por trabajar a escala europea y en los mercados internacionales", 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.

En referencia a la cooperación científica, a fines de 2005, la SECyT organizó una reunión con la Sociedad Max Planck en el marco de un programa de cooperación científica entre Alemania y Argentina, donde una de las áreas de cooperación fue la NyN. El responsable del taller de nanotecnología, Roberto Salvarezza, informó que el área comprendía el autoensamblado de moléculas, nanoóptica y nanomagnetismo (Andrini y Figueroa, 2011: 33; *La Nación*, 2005).

[83] Donde la NyN aparece como una de las siete prioridades temáticas (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

2.3.3. Intereses militares en la investigación local en NyN

En paralelo, entre septiembre de 2005 y marzo de 2006 se produjo una tensa polémica al hacerse público que por lo menos un proyecto vinculado a las actividades de NyN en el CAB estaba siendo financiado desde 2003 por la Oficina de Investigación Naval del Departamento de Defensa de Estados Unidos. La polémica se desencadenó cuando Oficina Naval de Investigaciones (ONR por sus siglas en inglés) publicó en su página web una descripción de las investigaciones que estaba financiando, donde tres proyectos involucraban a la Argentina y, en particular, uno vinculado a la nanotecnología (Ferrari, 2005a). Bajo el título de "Nanomateriales para sensores", se señalaba que desde 2004 se venía financiado un proyecto entre el CAB (Instituto Balseiro) dependiente de la CNEA,[84] en colaboración con la *University of Michigan*, la *Brown University*, y el *Naval Research Laboratory* (Foladori, 2006).

Nuevamente, la diputada Puig de Stubrin presentó un pedido de informe para reclamar información oficial sobre todas las investigaciones científicas en instituciones nacionales que estuvieran siendo financiadas por una fuerza militar extranjera, los mecanismos que permitieron su autorización y el control que ejercía el Poder Ejecutivo sobre estos convenios. El punto central del cuestionamiento fueron los subsidios condicionados por un objetivo militar. Además, señaló que en Estados Unidos existen límites legales que obligan a que los fondos sean utilizados sólo en proyectos vinculados a un objetivo militar y que, a pesar de trabajar en ciencia básica, el proyecto se encontraba enmarcado en un programa con una finalidad que los científicos desconocían. En sus palabras, "las organizaciones científicas nuestras han sido sometidas desde los 90 a una restricción de recursos muy grande y han lanzado a los científicos a buscar sus propios recursos bajo el supuesto de que tenían que autosustentarse". Por ello "no hay una planificación, lo que hay es personas que buscan recursos para sostener sus carreras como

[84] El Instituto Balseiro (IB) posee doble dependencia. Por un lado, depende de la Universidad Nacional de Cuyo con sede central en Mendoza para la gestión de sus actividades académicas. Y, por otro lado, forma parte de la CNEA que le provee la infraestructura, recursos materiales y humanos necesarios. En particular, el IB está en estrecha relación, al compartir personal y campus, con el CAB (Spivak, 2010).

investigadores” y, en este marco, “se producen los ingresos de subsidios que siendo inocentes del lado científico no lo son tanto de quien los financia. No siempre la ética y la ciencia van de la mano. Uno puede estar trabajando en el desarrollo de armas sin saberlo” (Ferrari, 2005a; Foladori, 2006).

Al respecto, el secretario de Ciencia y Tecnología Tulio Del Bono declaró en una entrevista que se consideraba el punto de vista ético y legal pero que “hasta donde pudimos averiguar no hay ninguna ley que lo impida”, por lo cual el conflicto sería más bien ético en caso de que alguno de los convenios incluyera una cláusula de confidencialidad sobre los resultados de la investigación. Indicó que “la investigación tiene un alto grado y marco de libertad” y que “los que tienen que tomar las decisiones o las medidas son los organismos donde investigan los científicos” ya que “Cada uno de esos organismos es autónomo y tiene mecanismos de control. Hacer una normativa de tipo general es muy complicado porque podríamos entrar en colisión con las libertades individuales y personales de cada investigador”. Siguiendo con ello, sostuvo que “están los reglamentos y regulaciones en cada repartición específica y los códigos propios de la ética profesional que pueda tener cada uno de ellos, pero no hay una ley o reglamentación que específicamente impida una cosa de esa naturaleza”. Al respecto de la investigación de nanotecnología, aludió a los códigos éticos de los investigadores y señaló que la tarea de investigación debería ser de uso público, y que si fuera exclusivo de la fuerza que lo financia entonces “ahí sí habría una colisión en cuanto a los marcos éticos” (Ferrari, 2005b).

Desde el CAB, su gerente, el doctor José Rolando Granada, declaró sobre el asunto en cuestión que: “El trabajo es una investigación sobre cuestiones básicas de la física que involucran el estudio de algunas propiedades que presentan sistemas nanoestructurados. Es la clase de trabajo que se realiza en investigación básica”. Y explicó que su posición es contraria a aceptar el financiamiento estadounidense, ya que el objetivo de la CNEA “es el desarrollo de tecnologías para el uso pacífico de la energía nuclear” y se mostró a favor de una normativa explícita que regule este tipo de hechos. Por último, indicó que el proyecto, al estar casi terminado, no sería

interrumpido. Y agregó que “lo que tenemos que pedir es que nuestras propias agencias atiendan los pedidos, formulen planes estratégicos y traccionen los esfuerzos de nuestros investigadores en aquellos temas que consideramos de importancia para el país” (Ferrari, 2005a).

Por solicitud de la SECyT, el CECTE emitió un comunicado recomendando la regulación de las investigaciones en pos de distinguir entre “las fuentes de financiamiento provenientes de organismos extranjeros y eventualmente limitar aquellas financiadas por fuerzas armadas extranjeras” y que “el Estado asegure que los resultados de las investigaciones realizadas en su ámbito sean públicos y libremente accesibles” (Ferrari, 2005b; c).

A este debate se sumó el seminario sobre materiales multifuncionales,[85] realizado en Bariloche entre el 5 y 9 de marzo de 2006, en el marco de tres seminarios internacionales –workshops– llevados a cabo en América Latina, financiados por la Marina en asociación con la Fuerza Aérea estadounidenses (Foladori, 2006).[86] Inmediatamente el debate se intensificó. El gremio Asociación de Trabajadores del Estado (ATE) hizo circular una carta crítica sobre la reunión que fue “de carácter hermético”, decía, y en la que “sólo pudieron ingresar invitados especiales”. El comunicado agregaba que “aunque la conferencia puede ser puramente científica, el personal del Centro Atómico no debería participar en eventos que la sociedad interprete como la colaboración con fuerzas armadas (norteamericanas)” (Ferrari, 2006). El mismo gerente del CAB dirigió una carta a los jefes de las unidades de la institución manifestando su preocupación por la participación de investigadores argentinos de la institución en una reunión financiada por la ONR y patrocinada por las fuerzas armadas estadounidenses. Esta reunión, que se llevó a cabo en el hotel

[85] Los materiales multifuncionales, por sus propiedades funcionales de integridad estructural y funciones eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas, biológicas, etc., son uno de los principales temas de interés del Departamento de Defensa de Estados Unidos (Foladori, 2006).

[86] El primer seminario fue realizado en Chile, en octubre de 2002, y de los 44 participantes hubo nueve latinoamericanos, de los cuales había tres de Argentina (CAB y UBA), dos de Brasil, uno de México y tres de Chile. El segundo seminario fue realizado en México, en octubre de 2004; y de los 35 participantes hubo 12 de Latinoamérica: cinco de Argentina (CAB, UBA, CAC), uno de Brasil, tres de México, dos de Chile y uno de Colombia. El tercer seminario fue realizado en marzo de 2006 en Argentina, Bariloche, donde se reunieron 35 científicos, seis de Argentina (CAB, CAC, y UBA), tres de Brasil, dos o tres de y uno de Chile (Foladori, 2006).

Tunquelén en Bariloche, tuvo un carácter cerrado. A cargo de la organización estuvieron Alejandro Fainstein, del CAB, y Sergio Ulloa, de la Universidad de Ohio, Estados Unidos. Durante la apertura del encuentro estuvo presente el brigadier general Mark Brown, encargado de investigación del ejército estadounidense (Ferrari, 2006; Foladori, 2006).

Fainstein declaró en una entrevista que la reunión fue puramente científica con temáticas abiertas publicadas o en proceso de publicación y, acerca del carácter hermético del encuentro, sostuvo que "la forma de la reunión fue por invitación, estilo workshop" y que "los workshops por invitación no son algo inusual", lo que no se relaciona con un carácter cerrado de las temáticas a discutir, "sino con la dinámica grupal y de discusión que se quiere conseguir". Sobre su relación con la ONR, Fainstein explicó que es el investigador principal en un proyecto de investigación básica que la ONR financia desde 2003 y que fue aprobado por las autoridades del CAB. Acerca de las críticas por parte de ATE, remarcó que "la sociedad, y en particular la prensa y los gremios, hacen muy bien en controlar e informar". Pero también explicó "que las cuestiones bajo discusión deberían analizarse en el marco de las instituciones específicas". El investigador defendió el subsidio recibido desde la ONR, alegando que "es una agencia de las que financian prácticamente todas las áreas de la ciencia y el conocimiento en EE.UU." y que "todas las agencias trabajan en forma conjunta" y "responden a las políticas del gobierno de EE.UU.", por lo cual, si se excluye una partida, debería hacerse con todas. Por último, aseguró que "no dudaría en interrumpir cualquier colaboración si percibiera que puede ser usada con fines bélicos, o que puede ser contraproducente para mi país" (Ferrari, 2006; Fainstein, 2006).

Posteriormente, hubo un pedido de informes en la Cámara de Diputados de la Nación (Foladori, 2006) y, a fines de marzo de 2006, el gerente del CAB presentó su renuncia. Aunque, Daniel Pereyra, a cargo de las comunicaciones institucionales del CAB, negó la vinculación de esta renuncia con el encuentro en el hotel Tunquelén, argumentando que tuvo lugar en el marco de la restructuración integral de la CNEA. Al respecto de la reunión, informó que "el CAB no fue invitado a

participar y tampoco se nos informó de la reunión" y que la participación de los tres científicos en dicho encuentro fue motivo de un sumario interno (*Río Negro*, 2006a). Más tarde, Granada –ex gerente del CAB– se manifestó a favor de rediscutir las fuentes de financiamiento de programas en los que trabajan científicos de la CNEA y que la ley de creación de la institución fijó el desarrollo de actividades de promoción y aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear. De este modo, con referencia a las fuentes de financiamiento de los proyectos, sostuvo que "quienes trabajamos en esta institución, debemos cuidar que nuestras investigaciones nucleares o no, estén enmarcadas en su uso pacífico" (*Río Negro*, 2006b).

2.3.4. Cambio de gestión en la FAN

Volviendo a la FAN, Lavagna renunció a su cargo de ministro en noviembre de 2005, sucediéndolo Felisa Miceli, quien cambió la orientación de la Fundación, 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 –investigadores del Instituto Balseiro– fue desposeído de los recursos que le permitieron en su momento imponer la cuestión, generando una iniciativa estatal como respuesta. En agosto de 2006, por recomendación de una asesora, la ministra creó formalmente 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 estos 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, ya que ella había trabajado en "algunos trabajos de consultoría" relacionados a planeamiento estratégico:

> “[…] hago diagnóstico organizacional dentro del sector público. Felisa me convoca para que vaya al ministerio de Economía a colaborar con ella porque recién se hacía cargo y entonces me empieza a derivar temas que tiene. Ella tenía el tema de la FAN y siendo economista no sabía qué hacer […]. Me da el tema de la Fundación, había un pedido de informe de Diputados, había críticas desde afuera como se estaban manejando los recursos. Lo que hacemos es convocar a aquellos que estaban en el tema, que eran Lino Barañao que era el contador o administrador, a Mariscotti y Paco de la Cruz […] esos eran los más importantes […]. 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 porque ella me decía que firma cosas y no sabe qué son […] la Fundación ya tenía un año de creada, no estaba inscripta, no estaba institucionalizada ni registrada. Los científicos dirigiendo organizaciones son científicos. Los científicos cuando manejan una organización creen que hacen ciencia […] hablé con Mariscotti y Paco de la Cruz y les dije que esto lo tenemos que poner objetivamente, ellos habían conversado con Lucent para aportar esos primeros recursos […] parece que Lavagna estuvo de acuerdo y les asignó esos 10 millones iniciales […]. 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:

> “¿Qué me pasaba a mí? Yo no podía decidir nada. ¿Cómo iba a decidir cuál era el proyecto nano que valía? ¿Cómo íbamos a ir eligiendo los proyectos? Si yo le decía no a Lucent, ¿Por qué le decía no? Yo leí todo lo de Diputados.

> Cuando yo a Paco le decía '¿Por qué hacemos esto con esta empresa?' por ahí era un orgullo que él traía un contacto de sus amigos. Para mí como funcionaria del Estado y como responsable de la FAN, no era suficiente que sean amigos […]. A mí Mariscotti y Paco me quemaban la cabeza, pero yo tengo que pensar en el país y que yo estoy haciendo política pública, no me puedo guiar por amistades […] Ellos dijeron que, si no era con Lucent, no era y ellos se retiraban. El único que no se retiró y estaba ahí fue Lino […] me costó mucho la decisión. De todas maneras, avanzamos con la institucionalización, registramos la Fundación y 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 […]. Los científicos son bastante celosos entre ellos y en el Consejo decían como que era un negocio para Mariscotti y Paco. A mí me parece que, así como Lavagna también, que fue importante la instalación del tema de nano en la agenda. Después 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 […]. Los designamos a ellos, hicimos una presentación a Néstor Kirchner que estaba encantado. El gobierno del kirchnerismo apoyó mucho esto. Felisa apoyó mucho también. Y empezamos así, dependía del ministerio de Economía la Fundación. Paco y Mariscotti renuncian […] nombraron un coordinador que estaba en Bariloche. Se bajan, era como que se los complejicé demasiado, no era su intención, ellos querían el acuerdo con Lucent […]. En ese momento, no había mucha información sobre nano, eran algunos que estaban en el tema […] 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:

> “[…] Lavagna le había dado una cantidad de dinero a Paco de la Cruz para hacer unos desarrollos de MEMS […]. Y medio que fue sin concurso. Paco de la Cruz es uno de los mejores físicos argentinos, miembro de la Academia de Ciencias, y eso causó una reacción en la comunidad. ‘Cómo todos tenemos que concursar y a él se lo dan’ y ahí se fue Lavagna del Gobierno en el 2006. Entonces 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. Dennos 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).

El ex presidente del Consejo, agregó que la FAN cambió mucho de gestión y que luego de la renuncia de Lavagna, se decide no invertir los 10 millones de dólares en Bariloche, porque:

> “[…] toda la ciencia de Argentina dijo ‘¿Cómo? ¿10 millones de dólares sólo para Bariloche?’ Y a Paco de la Cruz lo liquidaron […]. Agarraron los 10 millones y los dividieron por N científicos […] lo que hicieron fue distribuir la plata en el grupo, en muchos grupos y no quedó nada sustantivo” (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

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).

Al respecto, Miceli declaró: “El país tiene una oportunidad en este campo y creemos que se debe promover la investigación relacionada a la producción”. En esta línea, 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 debían concluir con un producto a ser comercializado e incluir 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; *Clarín*, 2006). Por último, agregó que si ese modelo es exitoso “podría ser extrapolable a otras áreas del conocimiento tras la gestión que pretendemos darle”, que sería “una gestión mucho más dinámica, más flexible, tal vez más próxima a una gestión empresarial de los fondos que es lo que es la típica gestión de fondos públicos para investigación” y “permitiría en el corto plazo tener resultados concretos que validen esta nueva manera de financiar la actividad científico-tecnológica” (*Clarín*, 2006).

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:

> “A mí me pareció interesante cómo se financiaba la Fundación, si no tenía más que esos 10 millones. Y cómo no se chocaba con la línea de Agencia que financiaba proyectos de crédito BID, que eran proyectos de investigación

básica de nanotecnología. Entonces, 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. Sin embargo, para no dejar sin financiamiento a ningún proyecto, la FAN implementó una nueva modalidad al recibir solicitudes de ideas-proyecto en cualquier momento (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, por lo cual sólo es presentado de manera breve.

En paralelo a la convocatoria de Ideas-Proyecto, en el marco de la conferencia "Apoyo del BID para el financiamiento de Programas de ciencia y tecnología" –se trató del acuerdo con el BID para renovar el Programa de Modernización Tecnológica (PMT III)–, celebrada el 4 de agosto de 2006,[87] Miceli informó que se

[87] En la que participaron la ministra de Economía Miceli, el ministro de Educación Daniel Filmus, el secretario de Política Económica Oscar Tangelson y el representante del BID Daniel Oliveira.

estaba “concretando la suscripción del decreto que aprueba un financiamiento de 280 millones de dólares que el BID ha destinado a la Argentina para el financiamiento de programas de ciencia y tecnología”. Daniel Filmus, ministro de Educación, agregó que “los recursos se van a utilizar no sólo para el desarrollo de los institutos y de los centros de investigación nacionales” sino que “una buena parte, a través de créditos y subsidios, y a través de participación incluso de la banca privada, va a llegar a las empresas que quieren hacer desarrollos e innovaciones que tengan que ver con el mejoramiento de la producción” (Andrini y Figueroa, 2011: 35). Este préstamo derivaría en la implementación de un nuevo conjunto de instrumentos de promoción en ciencia y tecnología, de carácter selectivo y transversal, lo que más tarde se denominó Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), en donde la NyN sería una de las áreas favorecidas.[88]

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

[88] Un instrumento de política se define como un conjunto de formas y medios de poner en práctica una política en particular, movilizando al conjunto de actores e instituciones afectados por la misma, a moverse bajo las reglas que introduce este instrumento (Sagasti y Aráoz, 1974).

falta de capacidades para comenzar a dar los primeros pasos en la organización de un área tecnológica incipiente.

2.3.5. Programa de Áreas Estratégicas

A fines de 2006, en un contexto de creciente recuperación económica, la ANPCyT abrió la convocatoria del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) perteneciente al FONCyT, para financiar aquellas áreas que habían sido seleccionadas como prioridades por el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006–2010)*.[89] 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. Para ello, 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 y los proyectos con impacto en la producción de bienes y servicios debían incluir una o más empresas vinculadas al sector económico respectivo. Se establecía que la financiación por proyecto duraría cuatro años, cuyo monto máximo por proyecto no podía exceder el equivalente en pesos a 3 millones de dólares (PAE, 2006a: 5). Su aspecto central era la coordinación financiera y científica para la adquisición de equipamiento, capacitación de recursos humanos y resolución de problemas (Lugones y Osycka, 2018). Sin embargo, su limitación fue que la participación del sector privado en la 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, al menos formalmente. El primero derivó en la creación de un "Centro

[89] Este plan, incluía a la nanotecnología 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).

de Excelencia",[90] 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, Físicas 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.[91] 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).[92] Ambos serían financiados por el período de cuatro años (ver la 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; Bär, 2007).[93] Como se informa en su sitio oficial,[94] el CINN se componía de tres polos: el Polo Bariloche constituido por investigadores del CAB (CNEA) y el Instituto Balseiro, el Polo La Plata con investigadores del INIFTA (UNLP-CONICET), y el Polo Buenos Aires formado por investigadores del INQUIMAE (UBA-CONICET) y

[90] En las bases de los PAE se contemplaba la creación de Centros de Excelencia en temas prioritarios (PAE, 2006a: 4; SECyT, 2006: 24).
[91] El investigador responsable fue Ernesto Calvo y el responsable administrativo Carlos Balseiro.
[92] El investigador responsable fue Alberto Lamagna y el responsable administrativo, Alfredo Boselli.
[93] En noviembre de 2009, se instaló en uno de los institutos del CINN equipamiento por un valor de alrededor de 4,4 millones de dólares, de los cuales 370 mil dólares se destinaron en obras edilicias. La ANPCyT solventó la adquisición (La Nación, 2009).
[94] Disponible en: http://cinn.df.uba.ar/ (Consultado el 20/05/2015).

del CAC (CNEA). 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 un participante comentó que "fue un estadio superior" a las redes PAV "ya que en este caso se integraron físicos, químicos, bioquímicos, biólogos e ingenieros" y que, en la práctica, se trató de un centro virtual sin una sede física. Además, explicó que el CINN sirvió para equipar mejor a los centros de investigación, así, por ejemplo, en INIFTA "se compró un equipo de absorción de Rayos X para observar la materia con dos técnicas que son muy importantes en nanotecnología: XANES y EXAFS", mientras que los "otros nodos del centro recibieron equipos muy importantes que contribuyeron a consolidar la capacidad de nuestro país para desarrollar investigación en nanotecnología" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

El CINN tenía 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. Así, los PRH eran becas del CONICET "para formar doctores" y según Salvarezza fueron "un instrumento muy útil que permitió la formación específica de Doctores en un ambiente interdisciplinario". Por su parte, el PIDRI permitió "apoyar a jóvenes investigadores que estaban en el exterior y querían volver para trabajar en nanotecnología".

> "Fueron aportes muy interesantes. Así una vez que terminó el proyecto PAE, intentamos que el Ministerio volviera a convocar un PRH en nanotecnología para volver a formar en forma sostenida recursos humanos específicamente

> en esa área. Los PRH y PIDRI tenían como beneficiarios a las Universidades porque se formaba un doctor y la Universidad era la entidad beneficiaria, mientras que para los PAE la entidad beneficiaria fue el CONICET o CNEA […]. Eran instrumentos que coexistieron con el Centro Interdisciplinario. […] el paquete constituía lo que fue el Centro. Y a partir de ahí se logró formar doctores, la parte de recursos humanos fue exitosa […]" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Además, el CINN permitió "ganar en capacidad instrumental a cada uno de los nodos" y "formar recursos humanos". Respecto a la formación de recursos humanos, "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". Ese aspecto "fue lo que realmente funcionó muy bien. Y la gente también pudo utilizar el instrumental en los tres lugares".

Ahora bien, las dificultades del centro estuvieron relacionadas con el hecho de que el centro haya sido un espacio virtual: "El centro funcionó como un centro virtual con todas las dificultades que tiene un centro virtual. Un centro virtual que tiene tres cabezas geográficamente dispersas es muy difícil que funcione", por lo que "fue muy difícil la coordinación de esto". Por otro lado, el aspecto productivo del CINN fue otra debilidad:

> "[…] 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 […] en el caso del CINN no llegó a funcionar claramente una interacción con las empresas […]. 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 […]. Mi impresión es que las empresas que se acercaron inicialmente con alguna expectativa, después no la llegaron a concretar en una demanda concreta y sostenida […]. Aunque el proyecto fracase o se discontinúe si se establece una relación de confianza

> entre la empresa y el investigador se genera la posibilidad presentar otros proyectos en un futuro" (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 "mucho movimiento, publicaciones conjuntas, 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", dado que "la CNEA generó su propio Centro de nanotecnología". 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. Sobre todo, la CNEA" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Otro entrevistado señaló que luego de las redes PAV y PAE, el paso consecuente era la conformación de redes avanzadas, pero que eso no se pudo llevar a cabo:

> "[Sobre las redes PAV] Eso fue muy importante. Yo creo que ese fue el hito más importante de la nanotecnología en Argentina: armar esas redes […] fue un instrumento político muy fuerte […]. El PAE estuvo muy bien también y lástima que se discontinuó. Se discontinuó por una decisión del BID, hasta donde yo sé. Y en realidad el Ministerio, yo creo que estuvieron poco creativos ahí […] les dijimos […] '¿Por qué no seguís haciendo redes?' Y ahí contestaron 'porque el BID no quiere pagar de nuevo el mismo instrumento'. Y ahí le dijimos 'poné redes avanzadas como se hizo en Brasil'. Brasil había armado 4 redes primero, y después armó como 14. Porque cada una de esas redes la rompió en subredes, hizo como redes avanzadas. Avanzó muchísimo, con mucha velocidad. Y nosotros no supimos dar ese paso de redes avanzadas. Porque el BID se quedó corto y el Ministerio también […]. Las primeras redes eran sólo científicas […]. Después vinieron los PAE, que ahí nos juntamos medio por afinidades. Y en los PAE sí metimos empresas, por ejemplo, […] Darmex entra en las redes como partner. Y eso empieza porque la gente de Darmex viene a un curso que doy yo en San Martín creo

> en el 2005 […]. Después los convencimos de subirse al PAE como compañeros. No obtuvieron nada, tampoco pusieron mucho" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

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" porque "en un principio, la nanotecnología en Argentina se desarrolló por nodos estratégicamente". Además:

> "El CINN 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. El nivel de empresas era proponentes o adquirentes. Las adquirentes son las que piden la nanotecnología o ciencia o tecnología aplicada, y las proponentes somos los que fabricamos. Los únicos fabricantes éramos nosotros, que éramos la parte más chiquita de la estructura. Nosotros podíamos abastecer de nanotecnología para que los científicos investiguen o para que lo apliquen […] esa era la idea y el mecanismo. Y el otro era INVAP [que] tenía algunos desarrollos como el tratamiento de recubrimientos superficiales, para satélites, etc. […] O sea, éramos pocos y teníamos que apoyarnos entre todos, sino íbamos a morir solos y todos disgregados" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

La relación que desarrolló Nanotek con el INQUIMAE por medio del CINN generó que posteriormente llevaran adelante un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) de la ANPCyT, aunque, actualmente "ni nos reunimos" dado que "ya no hay tiempo para atender el CINN, cada uno se fue independizando. Ya no necesitamos la vinculación, 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).

En síntesis, el CINN fue un centro de carácter virtual que se propuso modernizar los laboratorios a través de la adquisición de equipamientos, formar profesionales con formación interdisciplinaria y establecer vínculos con empresas de alta tecnología. Sin embargo, según los entrevistados que participaron de él, sólo cumplió el objetivo de formación de recursos humanos y la adquisición de equipos, mientras que no logró generar vínculos con el sector productivo.

Con respecto al segundo proyecto financiado por la ANPCyT*,* el nodo Nanotec, cuyo objetivo era el desarrollo de la capacidad local para la generación de micro y nanodispositivos, *dio lugar a la creación de*l Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica (IDME), impulsado por el INTI, la UNS y la Universidad Católica de Córdoba, en cuya estructura además colaboraron más de 14 empresas y cuatro cámaras industriales*, orientado hacia* el establecimiento en el país de una actividad económica consolidada y sustentable 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 para la puesta en marcha 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 (Saber Cómo, 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).[95]

[95] 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.

El investigador responsable del nodo Nanotec, Alberto Lamagna, comentó que fue una segunda etapa de la red PAV –que dirigió el mismo investigador-, en la cual sumaron “gente del PICT [Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica] de Raíces” y que de ahí “salieron varias patentes, dos o tres patentes”:

> “Fue creciendo eso, pero había un PID que había sido ganado y firmado por la Secretaría de Seguridad de Interior para olfateadores de drogas y explosivos. Cuando sale el nodo Nanotec, al nuevo secretario de seguridad interior no le interesó. Entonces nos quedamos sin adoptantes […]. Y después teníamos un PID escrito con CONAE en una antena de radio frecuencias microtecnológicas que hicimos con un laboratorio del norte de Italia. El desarrollo es argentino pero la sala limpia usamos la de Italia porque todavía no estaba terminada la nuestra [en CNEA]. Y eso terminó en una antena, una cosa muy nueva. De hecho, CONAE la tenía como línea de investigación, no la puso nunca en ningún satélite y medio que perdieron el interés porque ellos tenían otras antenas de tecnología inferior y esta era una tecnología superior que estaba en fase de laboratorio y que el grupo de CAC la terminó. Ese producto tecnológico está” (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018*).*

2.3.6. Creación del MINCyT y nuevos recursos para NyN

En paralelo a la conformación de los dos centros producto de los PAE, durante 2007 se crea el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) dentro de CNEA, agrupando de esta manera a todos los investigadores de la institución que llevaban a cabo proyectos de investigación en el área de la NyN.

La investigación en NyN en CNEA se fue desarrollando desde los años noventa, mientras que durante la década siguiente se amplió la infraestructura de la institución y su equipamiento. Lamagna relató que la inversión más grande en nanotecnología “la hizo la CNEA en el *LabMems fase 1*”. Por medio de un Proyecto de Modernización de Equipamiento (PME) CNEA adquirió “la primer máquina para la sala limpia” porque hasta ese momento “teníamos el laboratorio *LabsMems fase*

1 financiado, pero vacío, sin equipos". Entonces, el primer equipo y el segundo llegan del PME:

> "En el 2006 me nombran Gerente de Área de Investigación y Aplicaciones No Nucleares y escribimos el proyecto de inversión *LabMems fase 2*, que completa la sala limpia de Buenos Aires […]. Es de lo más avanzado en Latinoamérica. Y en 2007, siendo Gerente de Área, tengo más plata y más poder y es un gobierno que invirtió mucho, escribo otro proyecto de inversión, junto con la gente de Bariloche, que se llamó Nanociencia y Nanotecnología, y lo financio […]" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA*,* 6/06/2018*).*

En ese momento, se había decidido dar de baja la construcción de la sala limpia en Bariloche en el marco de la FAN, por lo que, cuenta Lamagna que cuando vio que compañeros de nanotecnología de Bariloche se quedaban sin la financiación, como Gerente de Área, les dijo que presentaran un BAPIN y:

> "[…] me miraron escépticos porque pensaron que habían perdido los 10 millones de dólares de la FAN. Escribimos Nanociencia y Nanotecnología fase 1 en ese BAPIN y ese BAPIN hoy lo podes ver en la sala limpia de Bariloche. Yo tuve que ver en las dos salas limpias: sin plata en la que hicimos en Buenos Aires con Alfredo Boselli, escribimos el proyecto y no había dinero. Y cuando viene el nuevo gobierno, ya estaba aprobado ese proyecto de inversión, empiezan a poner plata. Y en Bariloche lo hicimos en el 2008–2009 pero ya como Gerente de Área que yo asignaba la plata […] pero para fabricar. Les impuse la lógica de fabricar […]. Como había mucha plata en esa época podíamos diseñar cosas y hacerlas […]. La FAN […]. Sirvió para disparar un montón de cosas en CNEA" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA*,* 6/06/2018*).*

Según el sitio oficial del INN, el instituto forma parte de la Gerencia del Área de Investigación y Aplicaciones no nucleares de la CNEA y las actividades que desarrolla se orientan en torno a la adquisición, producción y reserva de

conocimientos como base del desarrollo de la tecnología nuclear y la ciencia de materiales. El INN procuró dar un marco institucional a las investigaciones que se realizaban al interior de la institución.[96] En la mayoría de los casos, los investigadores que pertenecen al INN comenzaron a reorientar sus investigaciones hacia la nanoescala a comienzos de la década de 1990, estableciendo colaboraciones formales e informales con grupos nacionales y extranjeros que les permitieron estudiar y fabricar sistemas nanoscópicos, utilizar nanopartículas para detectar e identificar moléculas orgánicas, caracterizar materiales con propiedades magnéticas blandas, y diseñar dispositivos magnetoelectrónicos. Además, los grupos de trabajo experimentales pudieron avanzar también en el modelado de materiales y nanoestructuras susceptibles de ser aplicados a la fabricación de sensores, al almacenamiento y procesamiento de datos y al tratamiento de residuos peligrosos, entre otros (Reising, 2009: 58).

Sobre los orígenes del INN una entrevistada señaló que la NNI estadounidense influyó en este proceso y relató cómo fue cambiando la interacción entre los investigadores formados en distintas disciplinas y que empezaban a converger a través de la NyN:

> "En el año 2001/2002 se comienzan a hacer las primeras reuniones en Bariloche. Justamente en el año 1999 Clinton había anunciado la iniciativa nano, que se efectiviza en el 2000 y había gente joven que había regresado de hacer posdocs en laboratorios importantes en Francia, especialmente europeos. Y empezaron a reunirse en Bariloche con la idea de generar, gente de distintos laboratorios, una especie de iniciativa nano en la Argentina […] ahí comenzaron las reuniones anuales de nano, en Bariloche en el año 2003 […] y ya en el año 2004 de las cuales participaron gente de otras instituciones, de las Facultad de Exactas (UBA), de Córdoba, de San Luis. Y en el 2004 la SECYT sale con el PAV que dio lugar a la creación de cuatro redes. Eran distintas áreas, una estaba más orientada a la física, otra tenía más de biología, química también estaba […] fue como un primer momento

[96] Disponible en: http://www.cab.cnea.gov.ar/inn/index.php/el-inn (Consultado el 17/06/2018)

> de integración en el que el que estaba tenía las cosas muy separadas. Los físicos estaban por un lado, no teníamos mucha interacción. Con los químicos, sí. Con los químicos ya había una interacción grande […]. En esa reunión del 2004 en Bariloche, que fue tanta gente, se presentaban distintos grupos en distintas áreas de Bariloche, de Buenos Aires, de la CNEA […] antes estábamos muy particionados. Los grupos de superficies trabajaban en superficies, los grupos de magnetismo trabajaban en resonancia magnética, o sea estaba muy disperso. Cada uno trabajando en su tema muy específico. Y a partir de esas reuniones hubo más interacción […]. Es en definitiva un área interdisciplinaria" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017).

De esta manera, desde 2004, dentro de la CNEA se empezó a hablar de la creación de un instituto enfocado en NyN y parte de la actividad de este instituto en aquellos años giró alrededor de "un BAPIN para la construcción de una sala limpia, una sala blanca en Bariloche" y una en Buenos Aires. Como resultado, en la actualidad hay dos salas limpias en CNEA, en CAC y CAB respectivamente, dado que "para fabricar cosas nano de tamaño nanométrico necesitas salas muy limpias". Llois explicó que el INN empezó en sus primeros años "desde la física, más bien orientado a lo básico" y que "si uno mira los documentos de aquellos años, son documentos que van hacia la investigación básica en el año 2001 y 2002", pero después "tiene un vuelco porque naturalmente se vuelca hacia la aplicación. De hecho, el INN dio lugar a 3 spin off".[97] En 2005 en CNEA se creó "lo que se llamó el Centro de Nanociencia y Nanotecnología", aunque "formalmente, en el organigrama de la CNEA el INN se crea en el año 2007" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017).

En la misma línea, otro entrevistado agregó que el INN se creó "por una necesidad de los investigadores del CONICET, dentro de la CNEA, de desplegar una

[97] Estas son Argentum Tekne, LiZys y MZP.

estructura CONICET que los proteja” y que desde 2004 y 2005 se venía discutiendo la creación de este instituto:

> “Surge la idea de federar a todos los que están en la nanotecnología. Viene la gente de física teórica de Bariloche […] y empieza a nuclear a la comunidad de interesados en la nanotecnología […]. A partir de ahí se dieron cuenta que la CNEA tenía un montón de gente trabajando en nanotecnología, todos dispersos […] eran como 60 investigadores. Y el grupo dice ‘pero son todos CONICET’ porque habían entrado en los últimos años donde no había ingresos en la CNEA. Estando dentro de la CNEA con gestión del CONICET, teníamos una situación bastante precaria porque no podíamos tomar becarios CNEA y algunas otras cosas que los CONICET dentro de CNEA no podíamos hacer […]. Se escribió este proyecto entre 2005/2006 […]. Yo participé en el Comité de la promoción, inspirado en otros modelos” (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Siguiendo con los orígenes de este instituto, otro entrevistado refirió que en sus inicios, en 2004, este instituto era llamado Centro de Nanociencia y Nanotecnología y que:

> “Lo impulsábamos Balseiro, Ernesto Maqueda que era Gerente del Programa de Investigaciones y yo. La CNEA no lo quería crear. Cuando me nombran Gerente de Área en el 2006 […] lo armé en la estructura […] fuimos varios, pero pusé el gancho como Gerente de Área, armé en la estructura la subgerencia el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología en el 2006. Debe haber sido una de las primeras instituciones en Argentina que tenía en la estructura orgánica una subgerencia, el INN […]. Después hubo una reorganización de la estructura y bajó a departamento […] pero en la orgánica de CNEA fue la primer institución que tuvo un raviol que colgaba de la Gerencia de Área de Investigación […] una cosa que fue un logro institucional, tener un raviol como le decimos acá, un raviol de estructura que reflejara hacia fuera el INN en CNEA” (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

Sobre el funcionamiento, estructura y objetivos del INN, su directora en 2017 explicó que el INN se crea como una subgerencia interdisciplinaria y transversal. Es decir, que el instituto es interdisciplinario dado que participa en las distintas gerencias que componen a la CNEA y que no se restringe a la Gerencia del Área de Investigación y Aplicaciones no nucleares, en la cual fue creada. Además, es transversal debido a que los investigadores pertenecientes al INN no tienen un lugar de trabajo ahí, sino que mantienen sus puestos de cada una de las gerencias a las que pertenecen. La condición para pertenecer al INN es que el 50% o más de la actividad de un investigador esté en temáticas relativas a nano o microtecnología. Por otra parte, el INN es binodal, teniendo un nodo en Bariloche y otro en Buenos Aires, siendo las dos salas limpias del CAC y del CAB las que dan lugar físico a este instituto. Hacia 2017 el INN contaba con alrededor de 230 o 240 miembros, incluyendo investigadores, técnicos, personal de apoyo, becarios doctorales y posdoctorales. Entre estos, 150 es la cantidad de investigadores y tecnólogos, repartidos alrededor de la mitad en Bariloche y la mitad en Buenos Aires. De estos: "Una buena parte […] son investigadores de CONICET, tienen su lugar de trabajo en CNEA, pero no pertenecen a planta CNEA. Otros son de doble dependencia, CNEA y CONICET. Y otra porción que es solo CNEA […]" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017).

La misión del INN es desarrollar y gestionar proyectos en microtecnología y en NyN que tengan como parte de su objetivo tanto la investigación de excelencia como el desarrollo de productos tecnológicos. Otros objetivos son impulsar la realización de actividades conjuntas entre institutos con otros organismos vinculados al sistema científico–tecnológico nacional y con empresas del sector, además de generar vinculaciones en el ámbito internacional: "De hecho, hay proyectos en el ámbito internacional con centros e institutos de excelencia fuera de la Argentina y dentro de la Argentina […]" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017). En simultaneo, su función principal en cuanto a las facilidades es mantener operativos a los dos grandes laboratorios (las salas limpias), coordinando tareas con los laboratorios asociados y manteniendo actualizadas las instalaciones y los equipamientos. Al respecto Llois relató que "Hay 3 salas limpias en

instituciones nacionales en Argentina. Una está en el INTI y las otras dos están en CNEA […]". Así, en la estructura del instituto están las dos salas limpias, que son sus grandes laboratorios, y, a su vez, el INN cuenta con alrededor de 20 o más laboratorios asociados al CAC y al CAB. Asimismo, el INN "también tiene como función propiciar convenios con instituciones nacionales":

> "Por ejemplo, ahora […] se firma un convenio CNEA-CONICET que da lugar a la creación de la Unidad Ejecutora de doble dependencia. O sea, se transforma el INN en una Unidad Ejecutora de CONICET […]. Va a ser la primera Unidad Ejecutora de doble dependencia que va a tener CNEA […].[98] El INN tiene una dirección y una vicedirección que nos alternamos. Si la dirección está en el CAC, la vicedirección en el CAB y [viceversa] Tiene un Consejo Consultivo en cada uno de los centros, uno en Bariloche y uno en Buenos Aires. Esos consejos tienen siempre al jefe de la sala limpia de cada uno de los nodos y además tienen otros 5 miembros, 5 en Bariloche y 5 en Buenos Aires […]" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017).

Sobre los proyectos y temáticas que maneja el INN, señaló que el instituto "tiene muchos proyectos andando":

> "[…] tiene 6 proyectos nanonucleares que involucran fuertemente a las áreas nucleares de la CNEA. Tiene proyectos en bio y nanomedicina, tiene proyectos en nanoenergía, nanomateriales para generar dispositivos de almacenamiento y producción de energía, sensores y memoria, y proyectos en nanomateriales y micro y nanodispositivos que están vinculados con espintrónica, por ejemplo […] dispositivos MEMS […]. Hay grupos trabajando en remediación ambiental y medioambiente" (Comunicación personal con Ana María Llois de CNEA, 26/07/2017).

[98] Esto se llevó a cabo el 31/07/2017. Ver: http://www.conicet.gov.ar/se-crea-la-primera-unidad-ejecutora-entre-el-conicet-y-la-cnea/ (Consultado el 29/06/2018).

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”, por lo cual la aplicación de nanotecnología posibilitará mejoras en los productos ya existentes. Por ejemplo, en el caso de un lavarropas que utilice nanopartículas, este seguirá cumpliendo con su función de lavar y centrifugar, pero tendrá recubrimientos para evitar la acumulación de suciedad. 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)”. 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).

En este punto, parecía claro 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 muy diferentes al que supone el crecimiento por innovaciones incrementales. Pese a ello, 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 nueva TPG 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). Y 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 que serían adecuados y formación de competencias para la comercialización, entre otros aspectos. Estas necesidades parecían aún más necesarias si se consideraba la asimetría existente en el nivel de inversiones en NyN entre la Argentina y las economías centrales, el nivel de extranjerización de la economía argentina, la falta de diagnósticos o lineamientos de políticas que marcaran un rumbo a partir de metas y objetivos, la escasa experiencia tanto de funcionarios como de científicos y tecnólogos en algunos eslabones en la gestión de tecnologías. Así, los actores que impulsaban la NyN parecían asumir que estas condiciones son asimilables a partir del financiamiento de proyectos de I+D que promuevan alianzas público-privadas, todo impulsado de manera autónoma desde la SECyT, y alguna “mano invisible” se encargaría de generar procesos de reorganización sistémica que harían que la NyN impactara sobre el desempeño económico de algún sector de empresas nacionales nunca dimensionado y que de esta forma se podría salir a competir en segmentos de cadenas de valor global.

Sin embargo, 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”–,[99] 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

[99] 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.

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 2008, la FAN anunció que se habían presentado veinte empresas “que tienen proyectos avanzados o productos con una base de nanotecnología” a su convocatoria de Ideas-Proyecto (*El Cronista*, 2008a). Al respecto, la coordinadora de la FAN, Lidia Rodríguez, agregaba que se apuntaba al financiamiento de los desarrollos avanzados, no a la innovación. Es decir, se financiaría un porcentaje del proyecto en sus últimas etapas. Y añadía que detrás de esa financiación, “el Estado se asocia como inversor de riesgo. La financiación de riesgo en Argentina todavía es muy difícil de conseguir. Existen muchos bancos que tienen capacidad para financiar pero no se animan a hacerlo”. Y agregaba que “si nosotros mostramos que es factible apostar por este tipo de proyectos, otras entidades se sumarán” y que “ya estamos trabajando con el Banco Santander” (*El Cronista*, 2008a). Según la coordinadora de la FAN, de los 20 proyectos presentados, estaban siendo financiados tres proyectos vinculados al medio ambiente, la industria veterinaria, y microelectrónica y asociados con la CONAE, el INTI, y CNEA, aunque también se mencionan algunas empresas, como la pyme Darmex o Nanotek.

Además, en el mismo artículo se señalaba que, en 1999, según datos de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad, había en el mundo 297 patentes en NyN. Para 2004, el total había ascendido a unas 2498. 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 Oficina de Patentes y Marcas

Registradas de Estados Unidos (US PTO).[100] Las principales áreas temáticas que poseían aplicaciones en el país incluían el desarrollo de microsistemas electromecánicos para aplicaciones satelitales y ambientales con el concurso del INTI y la CNEA por demanda de la CONAE; la remediación ambiental con nanopartículas, involucrando pequeñas empresas; el desarrollo de textiles inteligentes con micro-nano cápsulas incorporadas con la participación pequeñas y medianas empresas textiles (*El Cronista*, 2008a). Al dato de la escasez de patentes debe sumarse el bajo grado de aprovechamiento de estos desarrollos patentados (Lavarello y Cappa, 2010: 17).

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 PICT, de baja escala de financiamiento –en total 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 PME –7 proyectos y 6,5 millones de pesos en subsidios–, el Programa de Formación de Recursos Humanos –6 proyectos con poco más de 7 millones de pesos–, entre otros (Vila Seoane, 2011: 101; BET, 2009: 7).

En 2008, el MINCyT crea el Sistema Nacional de Microscopía (SNM), en el marco del Programa de Grandes Instrumentos y Bases de Datos en conjunto con el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), con el propósito de generar, ejecutar y coordinar políticas que contribuyan a maximizar el uso de los grandes microscopios utilizados para la actividad de investigación que hayan sido adquiridos con fondos públicos. El SNM posee 152 grandes equipos adheridos.[101]

---

[100] Sobre el panorama de patentes de países latinoamericanos en NyN, puede verse: Pastrana et al. (2012). Concluye este artículo: “Se evidencia que en la región existen dificultades en la construcción de políticas eficientes que permitan a los centros de investigación culminar sus trabajos en exitosas actividades del sector productivo” (Pastrana et al., 2012: 66). Sobre patentes en NyN a nivel internacional, puede verse: Castañeda Naranjo y Palacios Neri (2014) y Toledo Patiño (2009).

[101] Para más información consultar: http://www.microscopia.mincyt.gob.ar/ (Consultado el 24/6/2018).

Según opiniones de los investigadores, para la NyN, esta iniciativa fue positiva en cuanto a la estructuración del acceso a los instrumentos (Vila Seoane, 2011: 93; Hubert, 2014: 402).

En febrero de 2008, tras una consulta pública celebrada en 2007, la Comunidad Europea aprobó una recomendación a sus Estados miembros sobre un Código de Conducta para la Investigación Responsable en Nanociencia y Nanotecnología e informó acerca de las acciones concretas destinadas a su implementación.[102] Esta recomendación derivó en el lanzamiento del *NanoCode* el 26 de septiembre de 2008. A raíz de ello, y siguiendo las recomendaciones de la UE, Argentina y Brasil analizaron la posibilidad de adoptar también 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 que luego sería presentado a los representantes brasileños para su discusión en el marco del Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología (CBNN) entre Brasil y Argentina. 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, 2008a).[103]

A consecuencia de ello, en 2011 el CECTE realizó una presentación sobre Ética en las Nanociencias y Nanotecnologías, en el marco del XI Encuentro Superficies y Materiales Nanoestructurados 2011, realizado en el CAC-CNEA,[104] y como actividad complementaria, la CNEA realizó el Taller Nacional "Desarrollo responsable de la Nanociencia y la Nanotecnología en Argentina". Este taller era

---

[102] 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). También se puede ver:* https://cordis.europa.eu/news/rcn/29114/es *(Consultado el 17/4/2019).*

[103] La nanotecnología presenta ciertos riesgos hacia el medio ambiente y la salud asociados con la emisión no regulada de algunas nanopartículas de diseño durante el desarrollo, la fabricación, incorporación, uso o eliminación de productos.

[104] Para más información: http://www.tandar.cnea.gov.ar/eventos/nanocac2011/ (Consultado el 24/6/2018).

parte del proyecto *NanoCode* dentro del VII Programa Marco Europeo de la UE, y buscó promover un enfoque responsable y abierto de la investigación y desarrollo en NyN desde una perspectiva multidisciplinaria, e intentó facilitar una mayor participación social en los procesos de planificación de la ciencia y tecnología. Allí se llegó a la conclusión de que muchos científicos y funcionarios argentinos temen hablar de los problemas, riesgos e incertidumbres que plantea la NyN por considerar que esto puede frenar la investigación en la temática. Pese a esos temores, se consensuó que, es indispensable investigar en áreas donde no existe información y donde puede haber más riesgos. En síntesis, se decidió avanzar en la I+D, poniendo esfuerzo en los avances científico-tecnológicos, así como también en la generación de información de base sólida, en la prevención y evaluación de riesgos (Fazio, 2014: 123-124).

Finalmente, en 2013 el CECTE publicó un documento titulado "Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables",[105] que condensa los principios y enunciados relativos a la responsabilidad social de los investigadores y de los organismos e instituciones públicas del sistema nacional de ciencia y tecnología, cumple con las declaraciones y convenciones internacionales sobre ética en la ciencia y recoge las opiniones de 400 investigadores argentinos.

Por otro lado, Argentina busca implementar las normas voluntarias de la ISO dedicadas a nanotecnologías bajo su propia versión IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). Hasta 2017, habían sido aprobadas cuatro y otras tantas 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 nanotecnologías para actualizar los protocolos de seguridad (MINCyT, 2013a: 23). Sin embargo, la experiencia no mostró avances (Foladori y Carrozza, 2017: 129).[106] Al respecto, podemos decir que, pese a estos débiles intentos por regular la actividad en NyN,

[105] Disponible en: http://www.cecte.gov.ar/pdf/000065-es.pdf *(Consultado el 19/6/2018),*

[106] Sobre el **Taller de Seguridad e Higiene en Procesos de Nanotecnologías consultar:** https://www.srt.gob.ar/index.php/primer-taller-de-nanotecnologia-realizado-por-la-srt/ (Consultado el 24/6/2018).

las políticas públicas que se propusieron promover la NyN no concibieron políticas complementarias que consideren los aspectos sociales, éticos, medioambientales y de seguridad laboral.

2.3.7. Fondos Sectoriales y Plan Nacional de CTI 2020

En 2010, el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), recientemente creado a través de la ANPCyT, iba financiar parcialmente proyectos que tengan como meta generar plataformas tecnológicas o espacios para promover la innovación en el área de nanotecnología 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 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 TIC "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 tecnológica. Como resultado, fueron aprobados ocho proyectos en torno a nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores,[107] 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– (ver la figura 2.6. en Anexo). La magnitud representó un salto cuantitativo con respecto a los montos de

[107] Los proyectos financiados pueden verse en: http://www.agencia.mincyt.gob.ar/archivo/1099/fonarsec/res03–11–fsnano2010–financiados. (Consultado el 21/05/2015).

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 ocho proyectos podía llegar a recibir 10 millones de dólares como monto máximo no reintegrable (Vila Seoane, 2011: 70).[108]

En una posterior convocatoria de 2012, esta se dirige a financiar parcialmente proyectos en los cuales los consorcios público-privados tengan 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, siendo aprobado un solo consorcio que recibió un monto total de $46.500.000 –alrededor 10 millones de dólares–, incluyendo la contraparte (ver la figura 2.7. en Anexo).[109] En este caso se observa una lógica de demanda más focalizada, al atenderse exclusivamente a un sector productivo concreto (Lugones y Osycka, 2018).

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. De esta manera, entre 2011 y 2013, el instrumento Aportes No Reembolsables (ANR), focalizado en Bio, Nano y TICs –perteneciente al FONTAR–, definió como actor beneficiario a las empresas. Su objetivo fue financiar proyectos de desarrollo tecnológico a escala piloto o de prototipo presentados por empresas PyMES, en las áreas de bioingeniería orientada a salud humana, nanotecnología y TICs, cuyo subsidio no podía exceder los $850.000 y se financiaba hasta el 50% del costo total del proyecto, debiendo la empresa poner la contraparte restante. Se buscó así fomentar mejoras en las estructuras productivas y capacidades innovadoras de las empresas, formar de recursos humanos y, en

[108] 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 Nº 7599-AR, s/f: 78).
[109] 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)

términos generales, contribuir a la sustitución de importaciones y generación de empleo (Lugones y Osycka, 2018). Fueron aprobados al menos dos proyectos vinculados con nanotecnología (ANPCyT, s/f).

El FONARSEC se enmarcó en el plan *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015* (MINCyT, 2012), que fue lanzado en 2012. Este plan identificó a la NyN como un componente central, donde explícitamente se asumía que la política científica y tecnológica que se iba impulsar a escala nacional se iba a estructurar alrededor de tres TPGs, siendo una de ellas la nanotecnología:

> "La estrategia de focalización implica una conceptualización novedosa para las políticas de CTI, que 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, en lo que se define 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). Así, la clave se encontraba en el fomento a la conformación de las redes locales innovadoras en torno a proyectos focalizados, que se plasmó en el FONARSEC (MINCyT, 2012: 57). Es decir, la apuesta a la nanotecnología 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?

Sin embargo, mientras que la biotecnología y las TICs ya habían producido algunas aplicaciones productivas, la nanotecnología aún debía pasar esta prueba:

> "Por su parte, la nanotecnología es un área considerada como la de mayor potencialidad dentro del nuevo paradigma tecnológico, por lo que ofrece una ventana de oportunidad para países en vías de desarrollo como la Argentina, en la medida en que los cambios en la estructura productiva mundial abren un espacio para los 'nuevos jugadores'" (MINCyT, 2012: 60).[110]

Y también, explicaba el documento, "esta tecnología sobresale por el camino relativamente corto entre la innovación y la producción y por la posibilidad de patentamiento y disminución de la dependencia tecnológica" (MINCyT, 2012: 60).

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.

---

[110] La noción de "ventanas de oportunidad" se basa en Pérez (2001), que sugiere que las oportunidades de desarrollo surgen y se modifican a medida que se despliegan las sucesivas revoluciones tecnológicas en los países del centro, por lo cual la evolución tecnológica de los países líderes abre ventanas de oportunidad para aquellos países que tengan capacidades para aprovecharlas, consciente o intuitivamente. Pérez sostiene que además de la fase de madurez, la primera fase es la que ofrece los ingresos más prometedores a los países de menor desarrollo debido a las grandes posibilidades de ganancias, amplias oportunidades de crecimiento del mercado y de la productividad y en parte, a que los conocimientos involucrados en dicha fase suelen ser de dominio público. El aprovechamiento de esta oportunidad para acceder a tecnologías nuevas y dinámicas dependerá fuertemente de la infraestructura física, social y tecnológica –que se logró con anterioridad utilizando tecnologías maduras– y de las especificidades propias de las revoluciones tecnológicas en cuestión.

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", tema que se corresponde al NSPE de "componentes electrónicos". 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 existía ningún programa que contemplase su inclusión en los ejes del ex ministerio.[111]

En 2011, el MINCyT y la Comunidad Europea acordaron un proyecto en el marco del programa de fortalecimiento del empleo de las pequeñas y medianas empresas en el área de nanotecnología por un monto de 16 millones de euros (Salvarezza, 2011). Ese mismo año, la ANPCyT abrió una convocatoria desde el FONCyT

[111] En 2010 se creó la Asociación Argentina de Nanomedicina –NANOMED AR– como organización civil sin fines de lucro, democrática y abierta a todos los actores de los campos del conocimiento que hacen a la Nanomedicina como la química, la bioquímica, la física, la ingeniería, la farmacia, la biología, la biotecnología y la medicina. Entre sus objetivos está: investigar, desarrollar, difundir y profundizar el conocimiento sobre Nanomedicina; establecer e implementar la planificación de programas y proyectos de fortalecimiento de políticas científico-tecnológicas en el área de la Nanomedicina; asesorar a sus miembros y a la sociedad en general, cuando lo solicite, en los tópicos relacionados con la Nanomedicina y promover la organización de talleres, cursos, reuniones científicas, jornadas, congresos y conferencias generando ámbitos de discusión válidos para la sociedad. En otras palabras, el objetivo de la Asociación es darle visibilidad a las investigaciones que se realizan en nanomedicina en el país, identificando a los grupos de investigación, además de detectar empresas nacionales y extranjeras, buscando generar vínculos para realizar la transferencia de los conocimientos creados. Otros objetivos son proponer líneas de investigación prioritarias a los decisores de política y, por otro lado, impulsar la creación de una asociación a nivel latinoamericano que represente a la nanomedicina de la región (Vila Seoane, 2011: 114). Para más información ver: http://www.nanomed–ar.org/ (Consultado el 20/6/2018).

destinada a la generación de Plataformas Tecnológicas, como unidades con tecnología de frontera y personal especializado dedicadas a proveer productos y servicios científicos y tecnológicos avanzados, necesarios para grupos de investigación y para empresas de base tecnológica. Se realizaron tres convocatorias, dos en 2011 y una en 2013. Como resultado, se generó la plataforma NanoBioSens "Plataforma para el Desarrollo de Nanobiomateriales y Dispositivos para Diagnóstico, Tratamiento y Detección" entre el CONICET (INFTA e INQUIMAE), CNEA y la UNLP, que recibió 7.743.000 pesos –poco menos de 2 millones de dólares–.[112] Esta iniciativa, según un participante de la misma, significó "otro apoyo en equipamiento" , siendo paralelo al FONARSEC:

> "Las PPL eran plataformas para dar servicios no sólo al sistema científico, sino también al sector productivo. La nuestra recién se terminó de financiar en 2016 por toda la demora de la entrega de los equipos y demás, permitió también remodelar parte de los laboratorios, ponerlos en condiciones. Hay equipamiento de última generación como el SAXS que se adquirió a través del proyecto Nanopymes con la UE que permite medir nanopartículas con gran precisión y que es de interés por ejemplo las farmacéuticas. De hecho, hay una actividad creciente de servicios. Aquí en INIFTA hay una cantidad de equipamiento de última generación y de personal calificado que podría atender cualquier demanda que hubiera para caracterizar la materia en la nanoescala. Por ejemplo, en la industria farmacéutica hay varios fármacos que utilizan nanotecnología, entonces su caracterización, su evaluación desde el punto de vista fisicoquímico requiere un estudio detallado. Esta plataforma se creó con esa idea, de que, si esa demanda se instalaba, estuvieran las capacidades y el instrumental destinado a satisfacer esa demanda […] el financiamiento terminó, pero el compromiso […] sigue existiendo […] el proyecto institucional del INIFTA ante CONICET por los próximos cinco años está basado en parte de las actividades de la plataforma

[112] Para más información ver: http://www.inifta.unlp.edu.ar/plataforma_nanobiosens (Consultado el 27/6/2018). Para una evaluación de este programa consultar el capítulo 3 de Rubianes y Baptista (2012).

tecnológica. Esos son compromisos institucionales, nosotros queremos seguir esta línea de trabajo. Nosotros estamos comprometidos por más que el financiamiento termine" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

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.[113] 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 (BET, 2009: 6). En esta tesis se llegó a contabilizar una inversión en NyN estimada de 80 millones de dólares hasta 2015.[114]

[113] Los PICT fueron creados en 1996, con el objetivo de promover la generación de nuevos conocimientos en todas las áreas científicas y tecnológicas, los PID con el objetivo de orientar la investigación hacia aplicaciones que sean de interés de los adoptantes, sean empresas o instituciones, y los PME con el objetivo de fortalecer las capacidades de laboratorios y centros de I+D a través de la adquisición de equipamiento nuevo y/o accesorios destinado a la investigación científica tecnológica (Codner, 2011).

[114] Esto 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 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 Empretecno, 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

2.4. Cooperación científico-tecnológica en NyN

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, aunque también se armaron centros entre Argentina y otros países.[115] Además, otras formas de cooperación se manifestaron a través de la inserción de los investigadores argentinos en redes de cooperación locales e internacionales, tanto formales como informales.

2.4.1. CBNN

Entre el 1 y el 4 de noviembre de 2004, en la Sociedad Rural Argentina (SRA) de Buenos Aires, se llevaron a cabo las jornadas de "Ciencia, Tecnología y Sociedad" entre Brasil y Argentina. Allí se organizó una mesa enfocada en la "Evaluación sobre la formación de una red de Nanotecnología y Nanociencia para el Mercosur". Estas jornadas fueron patrocinadas por la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) y la *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC) (Andrini y Figueroa, 2008: 36-37; Gallardo, 2004). En la mesa dedicada a la NyN, se contó con la participación de Roberto Salvarezza por Argentina y Oswaldo Luiz Alves (UNICAP-Universidad Estatal de Campinas) y Celso Pinto de Melo (UFPE-Universidad Federal de Pernambuco) por Brasil, quienes discutieron la necesidad de promover el intercambio científico y realizar proyectos de investigación científica y tecnológica, buscando resolver problemas de mutuo interés entre ambos países. Por unanimidad, se aprobó proponer a las autoridades argentinas y brasileñas la creación del Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología (CBNN), utilizando

10.004.100 dólares aproximadamente. Para una cronología de los hitos en las políticas de promoción a la NyN, ver la figura 2.8. en Anexo.

[115] El nombre oficial de este 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 Brasilero-Argentino de Nanotecnología (CBAN).

el formato organizativo del Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología (CABBIO) (*La Nación*, 2004).[116]

Uno de sus objetivos sería la formación de recursos humanos en un área interdisciplinaria entre la física, la química, la biología y la ingeniería y también, apoyaría cursos de especialización e intercambio de profesores (*La Nación*, 2004). En palabras de Ernesto Calvo, investigador del INQUIMAE: "Es lo que hace el CABBIO, que tiene un presupuesto aproximado de 500 mil pesos por año". Respecto al funcionamiento del nuevo Centro, se precisó que un comité mixto de científicos discutiría cada año las acciones que se llevarían a cabo, aprobando un determinado número de viajes, cursos, entre otros. Dichos cursos deberían ser previamente aprobados por el comité. Para ello se contaría con un presupuesto compartido, el cual se obtendría de las cantidades de dinero que destinarían ambos países anualmente. "Nosotros decimos que se copie el mecanismo del CABBIO, porque ha sido exitoso", señaló Calvo, dado que era "más fácil copiar un mecanismo que ya existe, o existió, que inventar uno nuevo" (Gallardo, 2004).

Hecha la propuesta por los investigadores, les tocaba a las autoridades de ambos gobiernos tomar la decisión política de llevarla a cabo. 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). Al respecto, Filmus declaró que Argentina contaba con un sólido capital, aunque presentaba "ciertas desventajas respecto de las capacidades de inversión que tienen los países centrales, y por eso la necesidad de sumar esfuerzos es decisiva". En sintonía, Campos sostuvo que el objetivo es "acrecentar la cooperación científica y tecnológica con la Argentina". Ambos funcionarios remarcaron el esfuerzo conjunto, sosteniendo que "el desarrollo económico y social en los dos países depende de

[116] El CABBIO fue creado 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).

inversiones públicas crecientes, plurianuales y desburocratizadas en ciencia básica y aplicada", y que "resulta urgente incrementar el número de recursos humanos calificados en todas las áreas, base indispensable para impulsar un sistema eficaz de innovación productiva, sin el cual las respectivas sociedades nacionales difícilmente logren alcanzar niveles de desarrollo sustentable y equitativo" (*La Nación*, 2004).

El 18 de agosto de 2005, en el marco de una serie reuniones celebradas en la SECyT en Buenos Aires, donde participaron investigadores de Brasil y Argentina, se buscó profundizar esfuerzos para lograr la creación del Centro, y en un documento se detalló la propuesta. De esta forma, el 30 de noviembre de 2005, Día de la Amistad Argentino-Brasileña, en Foz de Iguazú se firmó el Protocolo para la Creación del Centro –vigente por el plazo de 5 años renovables–, cuyos objetivos se enfocaron en la capacitación y formación de recursos humanos y en la ejecución de proyectos de I+D en conjunto. En concreto, el CBNN estableció cuatro objetivos: formación de recursos humanos, promoviendo el intercambio y la transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos; 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. A su vez, el Protocolo clarificaba que ambos países contribuirían en partes iguales para el financiamiento del Centro y, también, definía la estructura del Centro, dirigido por dos Coordinadores Nacionales por cada país que cambiarían cada dos años, encargados de identificar y definir actividades conjuntas en NyN, debiendo contar con la asesoría de un Comité asesor binacional (Protocolo del CBNN, 2005). El CBNN derivó un centro de carácter virtual, pues no posee un espacio físico.

En 2006, fueron designados los Coordinadores Nacionales: Jairton Dupont y José d'Albuquerque e Castro por Brasil y los Ernesto Calvo y Alberto Lamagna por

Argentina. Por esos días, el Centro realizó dos actividades. Una de ellas fue el Seminario titulado “La nanotecnología y Empresas”, celebrando en Buenos Aires entre los días 21 y 25 de noviembre de 2005, que contó con la participación de científicos y representantes de empresas de ambos países. Por otro lado, también en Buenos Aires, entre el 28 de mayo y el 7 de junio de 2006, se realizó la “Escuela de nanopartículas”, a la cual asistieron 60 estudiantes: 44 de Argentina, 13 de Brasil, dos de Chile y uno de Uruguay. Entre el 6 y 7 de agosto de 2007, se llevó a cabo una Reunión de Trabajo sobre las áreas que cubre la NyN, a la que asistieron 40 expertos de Argentina y Brasil (Andrini y Figueroa, 2008: 37). Así, desde 2006, el CBNN empezó a ofrecer capacitación para los estudiantes de doctorado en NyN. En 2010, se realizaron diez escuelas. En 2011, cuatro escuelas y cuatro talleres de trabajo, centrándose en las posibles aplicaciones tecnológicas de la nanotecnología.

En 2012, según el MINCyT,[117] el CBNN abrió convocatorias para dos escuelas de nanotecnología de corta duración destinadas a la formación de graduados universitarios. La primera de ellas fue la “3ª Escuela Latinoamericana de Nanomedicinas-Nanotecnología en drug delivery + Ingeniería celular y de tejidos + Diagnóstico”, dirigida a graduados en Química, Bioquímica, Biotecnología, Farmacia, Biología, Bioingeniería, Ingeniería Biomédica y afines, cursando estudios de posgrado o doctorados recientemente, donde fueron seleccionados ocho participantes. Por otra parte, la escuela restante fue “Nano y microesctructuras para encapsulamiento y direccionamiento de principios activos y otras aplicaciones biotecnológicas. Desde la ciencia básica a la transferencia de nanotecnología”, dirigida a bioquímicos, farmacéuticos, licenciados en química, física o egresados de carreras afines y se realizó entre el 10 y el 14 de diciembre en el Centro de Excelencia en Productos y Procesos Córdoba (CEPROCOR). En síntesis, el CBNN ha desarrollado acciones particularmente en cuanto a formación de investigadores a través de la realización de Escuelas de Nanotecnología, talleres y conferencias.

[117] Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/financiamiento/cabnn–realizacion–de–escuelas–en–nanotecnologia–4984 (Consultado el 19/06/2018).

Según Salvarezza (2011: 20), entre 2005 y 2011, se realizaron alrededor de 30 escuelas y talleres.

A través de sus años de funcionamiento, el Centro cumplió el objetivo de formar recursos humanos en las temáticas definidas por las escuelas llevadas a cabo, vinculando estudiantes argentinos y brasileños y, en algunos casos, también chilenos o uruguayos. 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.

Calvo, uno de los coordinadores del CBNN, comentó que fue coordinador "un año o dos" y después "lo continuó Salvarezza". Añadió 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" y que "Esa gente que ya habrá terminado su doctorado o posdoctorado, algunos habrán entrado a la carrera de CONICET, ya se conocen y está establecido el contacto entre ellos". Finalmente, aclaró desconocer el estado actual del CBNN, ya que "en Brasil disolvieron el Ministerio" (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 escuelas y "todos los años hacíamos al menos cuatro". Agregó que el entusiasmo por el centro fue mutuo de ambas partes y al comienzo, según Salvarezza, se logró "conectar a las dos comunidades de nano" hasta que, aproximadamente en 2009, Brasil se retiró:

> "En 2009, los brasileros 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, pero la verdad que desde Brasil no la volvieron a tomar. De hecho, en el 2015 antes de mi renuncia en CONICET, fui con el ministro y la directora de Cooperación Internacional del MINCyT, a Brasil para entrevistarnos con el nuevo ministro y sus colaboradores y uno de los puntos que pedimos era el relanzamiento del Centro Binacional Argentino-Brasileño de Nanotecnología […]. Las escuelas salieron en la web. En un momento se corta, no recuerdo exactamente el año, pero 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).

En síntesis, según los aportes de los entrevistados, el CBNN fue exitoso en la formación de recursos humanos a través de la organización de escuelas y talleres binacionales, uno de los cuatro objetivos propuestos por el centro. Los tres restantes, el desarrollo de proyectos de I+D binacionales, la creación de empresas binacionales y el abordaje de los derechos de propiedad intelectual en el marco de proyectos desarrollados por el centro, estuvieron ausentes.

2.4.2. Otras iniciativas

Durante 2008, el ministro de Ciencia y Tecnología, Lino Barañao, mantuvo reuniones con funcionarios estadounidenses tratando de profundizar las relaciones bilaterales en ciencia y tecnología, donde entre otras áreas, la NyN fue abordada. Como resultado, el 10 de julio fue firmado un acuerdo de cooperación bilateral en NyN por Barañao y Thomas Shannon, el secretario de Estado para Asuntos Hemisféricos de Estados Unidos. Se facilitaba de este modo la interacción entre instituciones de ambos países a través de conferencias, seminarios, simposios, cursos, talleres y exhibiciones; el intercambio y entrenamiento de expertos, científicos y técnicos; el intercambio de información científico y tecnológica; y la utilización conjunta de instalaciones de investigación y equipamiento científico

(MINCyT, 2008b). A raíz de ello, del 15 al 17 de marzo de 2009, se llevaron a cabo una serie de reuniones científicas en el marco del taller "*US-Argentina Workshop on Nanomaterials*", en Bariloche, auspiciado por el MINCyT y la Embajada de Estados Unidos (MINCyT, 2009a). En este mismo año, fue firmado un convenio general entre el MINCyT y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China, con énfasis parcial en nanotecnología, para la creación del Centro Binacional Argentino-Chino en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Y en 2007, un acuerdo entre el CONICET y la Sociedad Max Planck de Alemania dio origen al Instituto de Investigación en Biomedicina en la Ciudad de Buenos Aires, que contempla investigación en nanobiotecnología (Foladori y Carrozza, 2017: 128).

En octubre de 2009, en el marco del *1° Foro Franco Argentino de Alta Tecnología*, organizado por el MINCyT y el Ministerio de Relaciones Exteriores, que contó con la asistencia de más de 120 empresarios en áreas como TICs, nanotecnología, farmacia y equipamiento médico, se fomentó la relación comercial entre empresas argentinas y francesas. En este sentido, la directora nacional de Relaciones Internacionales, la ingeniera Agueda Menvielle, remarcó que el objetivo del encuentro era "lograr una mayor exportación de productos que incorporen tecnología como valor agregado a través del contacto bilateral entre empresas de Argentina y Francia" (MINCyT, 2009b). En 2011, fue firmada entre España y Argentina una declaración de intención para profundizar las relaciones de cooperación entre ambos países en nanotecnología y energías renovables, que incluye la intención de colaborar en la formación y perfeccionamiento de los recursos humanos, la transferencia de tecnología a través de proyectos conjuntos de investigación, la utilización de equipos e instalaciones para el desarrollo de proyectos específicos y la organización de conferencias, seminarios y talleres (MINCyT, 2011). En este marco de cooperación con España, en 2011 la ANPCyT abrió la convocatoria PICT-MICINN para promover proyectos de cooperación científica y tecnológica en áreas de interés entre ambos países: NyN aplicadas a la agroalimentación y la biotecnología o biomasa dentro del campo de las energías renovables (PICT MICINN, 2011). Ese mismo año, Argentina firmó un convenio con Portugal y España, buscando facilitar el acceso de las instituciones de ciencia,

tecnología e innovación, los investigadores, los estudiantes y las empresas argentinas al Laboratorio Ibérico Internacional de Nanotecnología, con sede en Portugal (Foladori y Carrozza, 2017: 128).

A su vez, en 2011 fueron creados otros dos centros bilaterales de cooperación virtuales. El Centro Argentino-Mexicano de Nanociencia y Nanotecnología (CAMeN) fue creado el 30 de mayo por el MINCyT y el CONACYT de México, con la finalidad de promover proyectos de I+D conjuntos, formar recursos humanos, estimular la creación de empresas binacionales en nanotecnología, abordar los derechos de propiedad intelectual en el marco de proyectos desarrollados por el CAMeN, crear grupos de trabajo mixtos con empresas y promover la divulgación del conocimiento nanotecnológico (MINCyT, s/f; Protocolo del CAMeN, 2011). Según Foladori y Carrozza (2017: 128), dentro de esta unidad ha habido sólo una convocatoria en 2012 de financiamiento a proyectos de investigación conjuntos. Según María Paz López (2018), en el marco del CAMeN se desarrollaron cuatro proyectos seleccionados bilateralmente, cuyas contrapartes contaban con lazos pre-existentes de diferente extensión en el tiempo. En el marco de las entrevistas realizadas por la investigadora, estos proyectos se abocaron a: i) la ingeniería de cristales metal-orgánicos nanoporosos para procesos de fotosíntesis artificial; ii) la recuperación de metales de efluentes mineros para preparar materiales nanométricos y usarlos en sensores ambientales; iii) medios activos láser, basados en polvos nanoestructurados de tierras raras y metales de transición. Como resultados, los proyectos avanzaron sobre la síntesis y caracterización de nuevos materiales, así como también sobre la producción de dispositivos y presentaron aplicaciones referidas al cuidado del medio ambiente, la producción de sustancias orgánicas y el incremento de la eficiencia de dispositivos fotónicos, conectándose, en algunos casos, con pequeñas y medianas empresas locales (López, 2018: 15-16).

Durante el transcurso de estos proyectos se realizaron intercambios de recursos humanos, publicaciones científicas en coautoría, presentaciones a congresos, aprendizajes de técnicas, envíos de muestras, y formación de recursos humanos en

nuevas líneas de trabajo. Una vez finalizados los proyectos, los protagonistas indicaron continuar el trabajo de colaboración a la distancia, a través de la participación conjunta en la redacción de artículos científicos y el envío de muestras para su caracterización. Según las entrevistas realizadas por López, los investigadores involucrados en estos proyectos binacionales señalaron, como aspectos positivos, la buena articulación entre los grupos argentinos y mexicanos, la infraestructura existente en el contexto de los centros de investigación mexicanos y la existencia de un trabajo complementario en términos de recursos humanos y una división de las tareas relativas a la síntesis y caracterización de los nuevos materiales. Por otro lado, entre los aspectos problemáticos, se encontró el desfasaje entre las partes en el otorgamiento del financiamiento, la desconexión entre los participantes del centro, el retraso de los fondos respecto del valor del dólar, la escasa relevancia otorgada a la transferencia en la evaluación de los proyectos y de los investigadores y la ausencia de estabilidad en el financiamiento de este tipo de proyectos (López, 2018: 15-16).

Por su parte, el Centro Argentino-Sudafricano de Nanotecnología (ASACEN), creado el 19 de julio de 2011 entre Sudáfrica y Argentina, se enfoca en promover la formación de recursos humanos, ejecutar proyectos en I+D orientados a la generación de productos y procesos nanotecnológico y facilitar su comercialización, en temáticas como el tratamiento de la superficie de los materiales, aplicaciones biomédicas y ciencias biológicas, tratamiento de aguas y aplicaciones agroindustriales (MINCyT, s/f; Acuerdo para la creación del ASACEN, 2011).

Además, en materia de cooperación multilateral, según el MINCyT, en 2008, Barañao mantuvo diversas reuniones con las autoridades de investigación de la UE buscando reforzar la cooperación científico-tecnológica. La NyN fue un área prioritaria para llevar a cabo actividades y proyectos en conjunto. En el marco del programa de cooperación internacional "*European Union-Latin American Research and Innovation Networks*" (EURALINET), que tiene como objetivo generar un diálogo entre la UE y países latinoamericanos en temáticas científicas y tecnológicas, se buscó la conformación de proyectos de cooperación entre

científicos e investigadores europeos y latinoamericanos (MINCyT, 2008c). También en la misma línea, el proyecto EULASUR, que consiste en la conformación de una red de nanomateriales entre los países europeos y latinoamericanos del Mercosur –Argentina, Brasil y Uruguay–, contempla la formulación conjunta de proyectos y formación de recursos humanos, siendo el objetivo principal explicitado la creación de una plataforma de cooperación para formar alianzas estratégicas entre científicos, gerentes científicos, responsables de políticas, transferencia de tecnología y expertos industriales en la Comunidad Europea y los tres países latinoamericanos pertenecientes al Mercosur, con una duración de 30 meses.[118] Además, Argentina participa en los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de los Programas Marco de la UE, en distintos programas del Mercosur y en programas de otros organismos internacionales como los de OEA, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (ICGEB, por sus siglas en inglés), entre otros (Ladenheim, 2015: 59).

2.4.3. Integración de investigadores nacionales en redes de cooperación locales e internacionales

Una serie de estudios sobre la NyN se orientaron hacia la investigación de los procesos de integración de investigadores argentinos en redes de cooperación locales e internacionales, tanto formales –financiadas por agencias nacionales e internacionales– como informales –construidas sobre relaciones personales– (Hubert y Spivak, 2009; Spivak et al., 2012; Hubert, 2014; Hubert, 2016). Estos estudios parten de la premisa de que en la NyN resulta decisivo el acceso a equipamiento e instrumentos específicos, que tienen altos costos y muchas veces requieren habilidades científico-técnicas específicas para su manejo. La carencia de instrumental es compensada por parte de los investigadores mediante desplazamientos, que pueden implicar envíos de muestras o la movilización del investigador. Así, estas colaboraciones entre investigadores se formalizan a través

[118] Para más información ver: http://www.icmab.es/eulasur/about (Consultado el 19/06/2018).

de las redes científicas, que permiten compartir los instrumentos (Hubert y Spivak, 2009). En este sentido, para Hubert y Spivak (2009: 80) las redes PAV fueron "herramientas de política científica orientadas a gerenciar la carencia de equipos y a equilibrar las desigualdades al seno de la comunidad científica nacional". Esta cooperación en el ámbito nacional, formal o informal, resulta insuficiente para cubrir la demanda local de equipamiento, siendo más notoria en medición y caracterización, motivo por el cual se recurre a la cooperación internacional, destacando Brasil a nivel latinoamericano, Estados Unidos, España, Francia y Alemania (Spivak et al., 2012).

Sin embargo, la dinámica de cooperación en las redes a nivel internacional es distinta, y los investigadores intercambian el acceso a instrumentos específicos por otras tareas, como compartir bibliografía, analizar o compartir datos, redactar publicaciones, evaluar artículos para revistas especializadas, entre otras formas, generándose cierta situación de dependencia de los investigadores nacionales frente a los investigadores de los laboratorios que poseen los instrumentos requeridos. Esa asimetría en la colaboración implica cierta subordinación de los investigadores que carecen del instrumental necesario para llevar a cabo sus investigaciones (Hubert y Spivak, 2009: 81). En sintonía, Lavarello y Cappa (2010: 17) agregan que, frente a estas carencias, el gobierno argentino busca insertar a unos contados científicos nacionales a las redes globales de NyN mediante la realización de investigaciones bajo programas de cooperación internacional, aunque esas redes son jerarquizadas y asimétricas, donde unos pocos países ocupan un rol nodal. Es decir, que la inserción de investigadores argentinos en redes internacionales de NyN es altamente asimétrica. Asimismo, la cooperación con grupos del exterior conlleva el peligro de trabajar en líneas de investigación prioritarias para dichos países, que no necesariamente son coincidentes para Argentina (Vila Seoane, 2011: 94).

2.5. Principales características de la investigación nanotecnológica argentina

Según estimaciones correspondientes a 2012, Argentina presenta una tendencia ascendente en cuanto a artículos publicados sobre NyN, ya que pasa de 131

documentos en 2000 a 440 en 2011, más que triplicando el valor a lo largo de la década (Barrere y Matas, 2013: 20). Respecto de la producción científica total del país se pasa del 2,6 % al 5 % entre 2001 y 2011, incremento que se explica por las políticas de cooperación internacional –publicación en coautoría–, que se concentra en cinco países: España, Estados Unidos, Alemania, Brasil y Francia, según su orden de importancia (Barrere y Matas, 2013: 22). A este respecto, otro estudio previo de 2008, enfocado en la nanotecnología en Iberoamérica, señala que el análisis de las publicaciones en colaboración entre investigadores de los países iberoamericanos muestra que se han conformado redes regionales de conocimiento en el campo de la nanotecnología, que tienden a consolidarse y, en particular, el caso más notorio de integración es el de Argentina, que pasa del 19% de sus publicaciones en NyN con participación de otros países de la región en 2000, a alcanzar el 27% en 2007, con un particular incremento en la intensidad de las relaciones con Brasil (OEI-CTS, 2008).

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, según datos de 2012.[119] Así, 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

[119] 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 Anexo (Figura 2.9.) y/o 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, con sus respectivos investigadores, instituciones a las que pertenecen y los temas de trabajo que cada uno está desarrollando en micro y nanotecnologías. Se identifican 629 investigadores activos, enrolados en 94 grupos. Complementariamente a esto, 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).

representatividad son: Física, Química, Ciencia de los materiales, Ciencia de los polímeros, Ingeniería, y Bioquímica y biología molecular (Barrere y Matas, 2013).

Algunas investigaciones (Spivak et al., 2012) indican que, en Argentina, a pesar de los años, se mantiene una estructura temática consolidada en materia de NyN. Esto se da en torno a disciplinas como la física, la química, las ciencias de los materiales y, en menor medida, las ciencias de la vida. Estos estudios sostienen que la física es la disciplina que lidera en la investigación de la NyN, articulando diversas áreas de trabajo, mientras que las investigaciones orientadas al desarrollo de productos con componentes nanotecnológicos están desarrolladas en menor medida en el país. Esta separación disciplinar que persiste en la investigación en NyN contradice la premisa, ampliamente difundida, de que las fronteras entre disciplinas se borran a escala nanométrica. Sin embargo, las disciplinas dominantes en Argentina no son las que más patentes aportan, destacando en este plano disciplinas como la nanomedicina y la nanobiotecnología (Hubert, 2014: 400).

En este punto, una entrevistada caracterizó a la nanomedicina como un campo relegado en las políticas públicas, a pesar de que fue una de las áreas nanotecnológicas destacadas explícitamente en el plan *Argentina Innovadora 2020*, según el MINCyT (2012: 67), al sostener que en el país no fue importante la nanomedicina en las políticas públicas, mientras que en el mundo sí lo es. En sus palabras, “A nivel global e internacional diría que hubo una cresta. Su evolución la podemos ver como una campana, fue creciendo y llegamos a una cresta, y podríamos decir que, en este momento, está bajando esta campana”.[120] Esto lo atribuye a que “a veces, se generan demasiadas expectativas en la sociedad, se supone que ese algo va a salvar el mundo, a toda la gente, y va a curar todas las enfermedades habidas y por haber. Y la realidad no es así”. Según la investigadora, la nanomedicina “ayudará a mejorar el tratamiento de algunos” y “ayudará a curar otras enfermedades”, pero “de ahí a que todas las enfermedades se curen a través de estas herramientas, eso no es cierto”:

[120] Ver Juliano (2013).

> “Muchas veces se tiene esas expectativas y cuando esas expectativas no se cumplen, es donde la gente empieza a mirar para atrás y decir ‘Bueno, hace 10 años que estamos con esto, ¿a dónde llegamos?, ¿qué logramos?’ Se tienen tan grandes expectativas que se caen. A nivel mundial existen empresas que trabajan, producen nanomedicina y se vende nanotecnología […]. Ahora, en Argentina es otro el panorama, como lo es para un montón de otras áreas. La nanomedicina no escapa a ese panorama. La Argentina para empezar se dio cuenta tarde que existía algo que se llama la nanomedicina, y que era la aplicación de la nanotecnología a problemas de la salud. Pero que no era solamente saber de nanotecnología, sino que había que tener otros conocimientos (anatomía, fisiología). En un principio, no se la consideró como un área en sí misma, sino que de alguna manera se la menospreció. Estoy hablando de los años 2000 o un poquito más adelante. Después, como vieron que internacionalmente tenía un gran impacto y se postulaba que iba a tener unas ventajas bárbaras, empezaron a decir ‘Por ahí esto sí existe. Veamos entonces qué pasa’. Ahí se dieron cuenta que existía como un área. Y cuando se dieron cuenta que existía como un área, decidieron quiénes iban a ser los cabezas de esa área, por más que ya hubiera gente trabajando en esa área, porque las decisiones son políticas […]. ¿Quién decide equipar este lugar o ir adelante con esta vía? Esa es una decisión que viene de arriba” (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).

Con respecto al patentamiento en nanotecnología, según Barrere y Matas (2013: 29), el patentamiento mundial 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 de 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– (OEI-CTS, 2008: 58), donde el 92% de las patentes tenía entre sus titulares a empresas o personas físicas (OEI-CTS, 2008: 64). De esas 12 patentes, cuatro corresponden a nanomateriales, cuatro a nanoherramientas y cuatro a nanoproductos. Sin embargo, se han registrado a través de publicaciones en el

Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), aproximadamente 50 solicitudes de patentes relacionadas con NyN entre mayo de 2007 y marzo de 2009. De estas, el 80% fueron presentadas por empresas, mientras que el 20% restante se reparte entre universidades y organismos de ciencia y tecnología y el 47% pertenece a nanointermediarios. Respecto a la nacionalidad de los solicitantes, Estados Unidos concentró el 35% de las mismas, Argentina el 9% y el resto corresponde principalmente a países europeos (Quintili, 2012: 148).

2.6. 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". Como vimos en este capítulo, muchos de estos investigadores habían realizado estadías en el exterior –inserción en redes internacionales–, sobretodo en países centrales, y al retornar a su país de origen buscaron incorporar equipamiento para poder continuar con las líneas de investigación iniciadas. Tal fue el caso de Salvarezza, aunque no fue el único. Asimismo, algunos investigadores mencionaron que vieron las potencialidades productivas e industriales de la nanotecnología y que, por ese motivo, buscaron integrar la temática en la investigación local. Sin embargo, pese a las incipientes demandas de la comunidad científica local para impulsar políticas en el área de la NyN, el disparador más importante para que estas políticas sean impulsadas en Argentina fue el lanzamiento de la NNI en Estados Unidos. En esta misma dirección, algunos investigadores entrevistados mencionaron que en Argentina se buscó generar una especie de iniciativa en nanotecnología, luego de lanzada la NNI, y 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 recategorización de algunas líneas de investigación existentes hacía temáticas con el prefijo "nano" –se trata de investigadores que venían trabajando con la nanotecnología sin encuadrarla bajo este término–; en segundo lugar, se produjo una reorientación,

dado que 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 temáticas 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 de 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, no se conectaron con ninguna demanda social ni productiva y fueron divididas en cuatro lo que, según algunos investigadores, fue un exceso teniendo en cuenta la reducida cantidad de científicos trabajando en el área. 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 2004, las redes comenzaron a funcionar de manera informal hacia 2006 –momento en que estaba en marcha la convocatoria de las

próximas redes, las PAE– y el presupuesto asignado estuvo disponible recién para 2007, lo que constituyó una demora importante.

Buscando romper esta orientación nanocientífica inicial, 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, por lo que no se veía de qué manera se verían beneficiadas las empresas locales a través de este acuerdo. Los actores que impulsaron esta iniciativa en primer lugar 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 Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) era que no se podían realizar desarrollos en Argentina. Ahora bien, esta estrategia fue posteriormente abandonada por desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas y Lavagna renunció a su cargo de ministro. Desde ese momento 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, pero 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 que tenían sus 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, desplazando la posición dominante de Lucent. 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 encauzar el accionar de la FAN. Esta dificultad de trazar un rumbo para la Fundación 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 para la participación de las PyMES. En ese momento comienza el recorrido de la FAN como institución creada para promover la nanotecnología en el país, buscando un impacto productivo, cuestión que retomamos en el siguiente capítulo. Podemos agregar al respecto que, 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 con el lanzamiento del Plan Bicentenario–, que incluye la participación de empresas en su estructura 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 Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica (IDME), orientado hacia el diseño de microelectrónica, que 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. 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, que luego no fue utilizada. 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 y, en menor medida, la adquisición de equipamiento para los laboratorios de las instituciones públicas. 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, dado que “[…] cada institución juega su propio partido. Sobre todo, la CNEA”.

En alusión a este último punto, la CNEA posee desde 2007 un Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN), incorporado a su estructura orgánica y perteneciente a la Gerencia del Área de Investigación y Aplicaciones No Nucleares, que reúne a todos los investigadores de la institución cuyo trabajo en NyN supera el 50% de su actividad general. El INN posee dos de las tres salas limpias del país,

una en el CAC y otra en el CAB, mientras que la tercera sala limpia se encuentra en el INTI. Considerando lo aportado por la directora del INN en 2017, Ana María Llois, en un inicio el INN –que se venía gestando desde 2004– estaba enfocado en su mayoría a la ciencia básica y, con el correr de los años, fue desplazando su foco hacia la industria y las aplicaciones productivas. Otro entrevistado agregó que la FAN "sirvió para disparar un montón de cosas en CNEA", refiriéndose a la construcción de las dos salas limpias en CNEA.

En referencia a la conformación de redes en NyN como estrategia para desarrollar la nanotecnología en el país, un entrevistado señaló que estas no se continuaron desarrollando, porque el BID había tomado la decisión de no financiar el mismo instrumento. En aquellos años –2006 y 2007– el BID ya estaba trabajando en un nuevo instrumento, que sería incorporado a la ANPCyT en 2009: los Fondos Argentinos Sectoriales, que serán analizados en los capítulos siguientes.

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, aunque el sector productivo comenzó a ser convocado sin coordinación con la política industrial.[121] 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– (Ladenheim, 2015: 55), 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

[121] 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).

Cappa, 2010). En un informe de 2013, que presenta un diagnóstico de evaluación de las necesidades empresariales y de investigación en nanotecnología en Argentina –centrado en cuatro sectores económicos: agro-alimentos, electrónica, metalmecánica y salud–, elaborado por un equipo interdisciplinario en el marco del proyecto Nanopymes entre la UE y Argentina, se concluía, entre otras cosas, 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.

En 2008, el MINCyT crea el Sistema Nacional de Microscopía (SNM), en el marco del Programa de Grandes Instrumentos y Bases de Datos en conjunto con el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICyT), siendo una iniciativa positiva en cuanto al acceso a los instrumentos en el caso de la investigación en NyN. 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 que aborde, entre otros temas, “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, 2008a). Como resultado, en 2013 se publicó un documento titulado “Proposiciones para una ciencia y una tecnología socialmente responsables”, que condensaba los enunciados 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. Asimismo, Argentina busca implementar las normas voluntarias de la ISO dedicadas a nanotecnologías bajo su propia versión IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). Hasta 2017,

habían sido aprobadas cuatro y otras tantas estaban en estudio. Además, 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 nanotecnologías para actualizar los protocolos de seguridad (MINCyT, 2013a: 23), que 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.

En 2011, el FONCyT abrió un programa para financiar la generación de Plataformas Tecnológicas, como unidades con tecnología de frontera y personal especializado dedicadas a proveer productos y servicios científicos y tecnológicos avanzados, necesarios para grupos de investigación y para empresas de base tecnológica. Una plataforma incluyó la NyN, la plataforma NanoBioSens, y permitió la adquisición de equipos y la remodelación de alguna infraestructura como los laboratorios, ofreciendo servicios tanto al sistema científico, así como también al sector productivo. Aunque, como señaló un investigador participante de esta plataforma, la cual tiene "[…] una cantidad de equipamiento de última generación y de personal calificado que podría atender cualquier demanda que hubiera para caracterizar la materia en la nanoescala", pero que en la práctica esta demanda no fue de la magnitud que se esperaba inicialmente.

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 PID y los PME. Mientras que en esta tesis se llegó a contabilizar una inversión en NyN estimada de 80 millones de dólares hasta 2015, lo que 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 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 Empretecno, la plataforma tecnológica Nanobiosens y algunos proyectos pertenecientes al FONTAR, que incluyen ANR y el ANR focalizado en Bio, Nano y TICs–, y por último, se incluyen los fondos asignados a la FAN que se contabilizaron en 10.004.100 dólares aproximadamente.

Un párrafo aparte merece la cooperación científico-tecnológica en cuanto a la NyN, descrita como instrumento fundamental para fortalecer las capacidades nacionales en ciencia y tecnología en el plan *Argentina Innovadora 2020*. La iniciativa más destacada en la literatura es el Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología (CBNN) entre Argentina y Brasil, aunque hubo otros centros binacionales entre Argentina y otros países –como el Centro Argentino-Mexicano de Nanociencia y Nanotecnología (CAMeN) y el Centro Argentino-Sudafricano de Nanotecnología (ASACEN)–, así como también otras iniciativas de cooperación. En lo que respecta a los centros binacionales, todos se propusieron objetivos similares –la formación de recursos humanos, la ejecución de proyectos de I+D conjuntos, la creación de empresas binacionales en nanotecnología y el abordaje de los derechos de propiedad intelectual en la comercialización de productos y procesos nanotecnológicos generados como resultado de los proyectos desarrollados por los centros–, que fueron objetivos ambiciosos. En particular, 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 los investigadores entrevistados que participaron como coordinadores de este centro, no se llegaron a generar proyectos de investigación binacionales y mucho menos la creación de empresas binacionales. Por su parte, en el marco del CAMeN se desarrollaron cuatro proyectos bilaterales, cuyas contrapartes contaban con lazos pre-existentes, a través de los cuales se realizaron intercambios de recursos humanos, publicaciones científicas en coautoría, presentaciones a congresos, aprendizajes de técnicas, envíos de muestras, y formación de recursos humanos en nuevas líneas de trabajo. Otras iniciativas de

cooperación científica bilateral y multilateral incluyeron la realización de conferencias, seminarios, simposios, cursos y talleres. Pese al aliento de la inserción en redes de investigación internacionales de los investigadores locales, podemos decir que 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, que fue un tópico relevante en el discurso de los actores que impulsaron la NyN, aunque en la práctica las patentes en nanotecnología presentaron un número escaso. Por ejemplo, a través de frases como "La única manera de actuar inteligentemente es a través de la generación de patentes propias que no interfieran con las patentes extranjeras. Hay que aprovechar este tiempo inicial para realizar las innovaciones que más le convengan al país […]", según Lino Barañao, entonces tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, y "Quien domine las principales patentes que hacen a una tecnología, dominará también un mercado", según 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 Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (US PTO), mientras que hacia 2007 Argentina contaba con 12 patentes de invención en NyN, donde el 92% de las patentes tenía entre sus titulares a empresas o personas físicas (OEI-CTS, 2008). Sin embargo, entre mayo de 2007 y marzo de 2009 se habían registrado a través de publicaciones en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), aproximadamente 50 solicitudes de patentes relacionadas con NyN.

Por último, un dato relevante que aporta este capítulo tiene que ver con las disciplinas relegadas de las políticas públicas, como lo es la nanomedicina. Según una investigadora entrevistada, a la nanomedicina "En un principio, no se la consideró como un área en sí misma, sino que de alguna manera se la menospreció", pero que más tarde, "como vieron que internacionalmente tenía un gran impacto", recién en ese momento "[…] se dieron cuenta que existía como un

área". Y agrega: "Y cuando se dieron cuenta que existía como un área, decidieron quiénes iban a ser los cabezas de esa área, por más que ya hubiera gente trabajando en esa área, porque las decisiones son políticas".

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 paralelos de diseño de nuevas formas de organización, del mejoramiento o adaptación de los marcos regulatorios, de incentivos a la creación de un mercado para la nanotecnología y formación de competencias tanto para la comercialización como para la coordinación institucional acordes a las especificidades que el impulso de una nueva TPG supone. En la revisión de la evolución de las políticas para la NyN en la Argentina que describimos a lo largo de este capítulo se observa un desdoblamiento entre, por un lado, el discurso empleado en los documentos oficiales de los instrumentos de políticas 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. Por un lado, mientras se expresa que las inversiones en NyN deben enfocarse en aumentar la competitividad de la economía (SECyT, 2006; MINCyT, 2012), por otro lado, las políticas que promovieron la NyN se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo –lo que se manifiesta mayoritariamente en acciones como la formación de recursos humanos y la adquisición de equipamiento para los laboratorios de investigación, en menor medida–, 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: Trayectoria institucional de la Fundación Argentina de Nanotecnología

3.1. Introducción

En el capítulo anterior abordamos las políticas de promoción de la 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, más allá de algunos desacuerdos y problemas sobre cuestiones jurídicas, 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, la trayectoria de la FAN se iba a alejar de este objetivo inicial, desplazando paulatinamente sus actividades hacia la difusión y divulgación de la nanotecnología con foco en el sector empresario y la sociedad en general. En este sentido, si bien la financiación de proyectos figura entre sus objetivos, por un lado, sus instrumentos disponen de montos reducidos en contraposición a los que destina la ANPCyT a la nanotecnología y, por otro lado, la difusión y la divulgación de la nanotecnología abarca la mayor parte de sus actividades. Más recientemente, desde la FAN se decide poner equipos a disposición tanto del sector científico como del sector productivo y ofrecer un espacio físico de incubación para empresas.

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 y funciones, así

como del análisis de sus instrumentos para promover la nanotecnología y de los obstáculos que tuvo que enfrentar.

La hipótesis que guía este capítulo supone que, a lo largo de su trayectoria, la FAN fue reorientando y reformulando sus objetivos iniciales –excesivamente ambiciosos para el contexto local– con fines de adaptarse, por un lado, al perfil y escaso número de empresas que logran ser enfocadas como su objeto de intervención y, por otro lado, a la evolución del entorno nanotecnológico local que acompaña el proceso de recuperación del Estado que se inicia en 2003 y, en este contexto, a la evolución de las políticas de ciencia y tecnología. Algunos hitos de este proceso, que influyen sobre la trayectoria de la FAN, son la creación del MINCyT, los FONARSEC, el plan *Argentina Innovadora 2020* y la Plataforma Nanopymes. Asimismo, la creación del laboratorio Nanofab, que ofrece el uso de equipos a investigadores y empresas, y también ofrece un espacio físico de incubación para empresas, puede ser interpretado como un intento de la FAN de retomar los objetivos iniciales planteados en el Decreto 380/2005.

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 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. La quinta sección aborda el Programa Nanopymes, destacando en un sub-apartado el rol de la FAN en el componente llamado Proyectos Regionales Integrados (PRIS), que involucró la participación de 18 PyMEs nacionales. En la sexta sección se discute la decisión de la FAN de sumar

la función de incubación y la incorporación de seis empresas que están siendo físicamente incubadas en su edificio. Por último, en la sección séptima se presentan las reflexiones de algunos entrevistados sobre la función de la FAN en el entorno nanotecnológico argentino, así como también sus fortalezas y limitaciones. Finalizamos presentando algunas conclusiones parciales, donde incluimos una discusión sobre la noción de competitividad, buscando entender las iniciativas explícitas de la FAN para "mejorar la competitividad" a partir de lo aportado en el capítulo.

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

> "[…] sentar las bases y promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica en la República Argentina 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".

Además, 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 algunas 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:

> “O sea, que ya los fundadores pensaron que iban a hacer micro y nanotecnología. De hecho, el plan de los proyectos originales era para hacer MEMS, que tienen más microtecnología que nano, si bien tienen nano. Ahora, el nombre de fantasía que se le puso es Fundación Argentina de Nanotecnología” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).[122]

Asimismo, la FAN se creaba bajo la dependencia del Ministerio de Economía y Producción. Es decir, que el impulso inicial de promoción a la micro y nanotecnología no provino desde la SECyT, organismo responsable de la política científica y tecnológica en aquellos años. La SECyT, como mostramos en el capítulo anterior, promovió más la nanociencia en desmedro de la nanotecnología, mientras que la FAN fue creada alejada de este criterio científico, bajo la órbita de otro ministerio.

Más adelante, en el documento que explicitaba las prioridades estratégicas en materia de ciencia y tecnología –*Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*– se aludía a la FAN con la misión de “fomentar la generación del valor agregado de la producción nacional relacionada con el área de la nanotecnología” buscando “fomentar la colaboración entre actores públicos y privados” (MINCyT, 2012: 24). Así también, algunos autores caracterizan a la FAN como un instrumento diseñado para promover la relación entre los investigadores y la industria, que estimule la participación de las empresas privadas en el desarrollo de la nanotecnología (Spivak et al., 2012; Hubert, 2014).

Entonces, 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 nanotecnología como una línea tecnológica necesaria a ser

[122] 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.

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":

> "[…] lo que nos planteamos como estrategia es en qué medida podemos trabajar en convertirnos en productores de tecnologías intermedias y que el mercado natural para todo esto es América y África. Lo que parecía razonable es que por el tipo de desarrollo productivo que ha hecho, Argentina puede ser proveedor de tecnología para los países con un menor nivel de desarrollo […]. 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).[123]

Luego de aclarar que un objetivo importante era "articular con otros espacios", agregó que "parece medio insólito" que la FAN haya surgido del ministerio de Economía, pero:

> "[…] el vincular los fenómenos tecnológicos con el mundo de la producción es parte de un enfoque que encaramos […] los problemas económicos no tienen solución económica. Los problemas económicos tienen solución económica, social, política, cultural, tecnológica. Todo forma parte de un fenómeno […] trabajamos sobre esa línea y ese fue un poco el propósito, ¿cómo articulo? […] en mi caso como secretario de Política Económica era uno de los tres secretarios que supervisaban el plan espacial argentino. Y ahí, otra vez otra aproximación al tema nano […] la gente que está en el área

[123] 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.

> de desarrollo aeroespacial argentino plantearon el desarrollo de […] un cohete de mucho menor alcance pero que permite colocar en órbita 20 kilos […]. En ese caso, entrar en nano era una forma de disminuir el peso y ganar en capacidad de operación […] entonces, comenzamos a difundir esta idea de nano en satélites […]" (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". Por lo cual, en sus palabras, "si querés pensar en comercio exterior e insertarte para competir, un componente de tu desarrollo productivo tiene que estar vinculado a la nanotecnología" porque "si no te quedás fuera del comercio mundial". Por este motivo:

> "[…] planteamos esto como estrategia, desarrollamos y apoyamos junto con ciencia y técnica, el tema de nanotecnología como un componente importante de nuestro perfil de desarrollo […]. Una de las preocupaciones que para mí siempre ha tenido el tema tecnológico es que se restringe a las ciencias duras. Y 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 […]. Creo que estas son las cosas que tenemos que ver en la tecnología, no solamente la dimensión material del proceso, sino cuál es el impacto que tiene sobre la estructura productiva y cultural de una sociedad […] 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 […]. La tecnología es una dimensión del proceso de desarrollo, no es un hecho aislado y tiene que, de algún modo, orientar su énfasis en aquello que

> responda a demandas de la sociedad concretas" (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 parte de un reclamo por un mayor presupuesto:

> "Nos pasó lo mismo en el área satelital. Vino [Conrado] Varotto porque tenía problemas de financiamiento. Terminamos articulando visiones […]. A mí, cuando me tiran nano, me dispara todos los elementos de cómo uso eso desde el punto de vista del desarrollo productivo o de la creación de trabajo […]. Esto, ¿qué tipo de rentabilidad social te da? […] Eso estuvo desde el principio. La charla con Barañao era muy rica porque él me lo planteaba desde el lado científico y yo lo planteaba desde el lado de la producción y el desarrollo económico y enriquecíamos la visión. Me parece indispensable esa aproximación multidisciplinaria y no verlo como aislado. ¿Cuál va a ser el cambio del perfil de exportación de Argentina si somos capaces de desarrollar nano?" (Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).

Por lo que, "el punto de partida de la creación de la FAN fue un encuentro real entre tecnología y visión tecnológica" y en aquel entonces "resultaba más conveniente el peso institucional del ministerio de Economía", por lo que se hizo desde ahí. Aunque, Tangelson agregó que fue algo temporal y agregó que "La discusión mezquina fue si le diste recursos o no le diste a alguien, y no cuál es el patrón de desarrollo productivo":

> "¿Para qué sirve la política pública si no somos capaces de potenciar lo que está en condiciones de potenciarse? ¿Cómo hacemos para incentivar y que el investigador comprenda que no es sólo un paper en el exterior? […] 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. Eso es un poco lo que había detrás de nuestro entusiasmo por

> la nanotecnología" (Comunicación personal con Oscar Tangelson, 17/04/2018).

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, en las que participaron Del Bono y Barañao, ayudaron a la tarea de reconocimiento de los recursos humanos que había en el país:

> "Hubo varios a los que estimulamos mediante el otorgamiento de premios […] Eso fue muy preliminar y de muy corto plazo […] discutíamos estas cosas. ¿Cómo vamos a promover esto? Entonces se hicieron estos premios, se promovieron encuentros y se comenzó a esbozar un sistema de promoción. Yo creo que alcanza identidad realmente cuando pasa al MINCyT. Como toda cosa preliminar, tenés dificultades para ponerlo en marcha […] desde el inicio fue compartido, lo que me pareció muy saludable desde el punto de vista institucional, una política pública de este tipo compartida por dos organismos del Estado" (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 este fragmento aparece 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 diversas 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–, como señalamos en el capítulo anterior, 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 nombrada coordinadora de la FAN, Lidia Rodríguez. Esta coordinadora recomendó crear formalmente el Consejo Asesor,[124] que figuraba en el Decreto 380, pero dado que, hasta el 2006, la FAN casi no había realizado acciones concretas, salvo las mencionadas en el apartado anterior, tampoco se había encargado de crear los órganos internos de la Fundación. 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, en el marco del Ministerio de Economía":

> "Se hace con un ministro como Lavagna que pensó en la FAN […]. O sea que, antes que […] los científicos empezaran a hablar y aún el propio ministro [Barañao] hablara de la Bio, la Nano y las TICs como plataforma, el ministro de Economía ya estaba pensándolo desde el lado industrial, desde el lado productivo. En realidad, no como ministro de Economía sino como ministro de Economía y Producción […] realmente se respiraba una estrategia de desarrollo. Después que se fue Lavagna, se perdió a mi juicio. Había una estrategia de desarrollo que después desapareció […] nace en este contexto y después pasa por tiempos la Fundación" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).[125]

[124] 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).
[125] Guillermo Venturuzzi es Ingeniero en Construcciones, Ingeniero Civil e Ingeniero Ferroviario y se desempeña como vicepresidente de la FAN desde 2010 hasta la actualidad.

Y agregó que, luego de la renuncia de Lavagna, dentro del Ministerio de Economía "no se sabía qué hacer" con la FAN y:

> "¿Entonces qué hacen? Cuando tienen eso ahí, dicen '¿qué hacemos con esto?' Entonces convocan a las instituciones de referencia en nanotecnología. Las instituciones cuando se sientan […] tratan de llevar agua para su molino. Había ahí digamos 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 de búsqueda de rumbo de la FAN, en agosto de 2006 Miceli anunció públicamente la apertura del primer concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología, con una fuerte orientación a la innovación productiva, en sintonía con el objetivo de la FAN. De estos proyectos, el Estado financiaría entre el 50% y el 80% del costo de los proyectos 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. Estos proyectos fueron concebidos como instrumentos de promoción a la integración entre el sector productivo y el sistema científico-tecnológico, y de desarrollo de productos a nano y microescala (Emiliozzi et al., 2009: 86). En otros documentos se sostenía que, por su forma jurídica y legal, la FAN reunía las

características para un “enfoque único para la financiación de los distintos proyectos, en una modalidad de capital de riesgo” (BET, 2009: 3).

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 de este concurso de Ideas-Proyectos, habiéndose presentado 20 ideas-proyecto,[126] 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 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,[127] 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:[128]

---

[126] De ellas, 10 correspondieron a empresas, 2 a personas físicas y 8 a instituciones del ámbito científico y tecnológico.

[127] 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).

[128] 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).

> “[…] de esa etapa lo único que quedó en concreto es ese proyecto […]. Este proyecto se está terminando. Todavía los resultados en el universo tomado no son absolutamente definitivos […] en eso sí se avanzó […] 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 eso fue una “falencia que se marca en ese período”, dado que “no logramos financiar un proyecto”. Por este motivo, Rodríguez nombró un coordinador que “nos sugirió poner la plata en interés porque teníamos los diez millones ahí congelados y con los intereses manteníamos la gestión administrativa de la Fundación y por lo menos no íbamos gastando eso”:

> “Mientras nos tiraban algunos proyectos para elegir y cuando los traía al Consejo Asesor, el Consejo empezaba a hacer agua […]. Yo quería 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 […]. El nudo de la FAN es el sector privado, es hacer negocios desde la ciencia en el sector privado ganando plata. Estaba en el nudo de su misión, porque para lo otro está CONICET y Agencia” (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Así, precisó que, en el tema de la nanotecnología, por su amplitud, le pareció importante “direccionar”, dado que “siendo la nano un tema nuevo y siendo Argentina un país subdesarrollado y con bajos recursos, no te podés dar el lujo de que el país avance en el tema nano”, sino que:

> “Hay que direccionar desde las políticas públicas. Los mismos investigadores me decían que haciendo nano se puede avanzar desde cualquier lado, materiales, etc. ‘Díganme en qué, porque si me orientan y lo poco que tenemos lo canalizamos hacía esa línea y Argentina es una potencia en nano en descontaminación o nos metemos en materiales o edificios que se limpian

> solos. ¿Pero en qué?'. Era una demanda desde el mundo científico hacia las políticas públicas. Yo quería satisfacer esa demanda, por eso es que me demoraba demasiado en las decisiones" (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". Aunque otra dificultad fue que "Había que involucrar empresas, pero no había casi" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Desde otra perspectiva, Lamagna 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:

> "Hubo una discusión, la eterna discusión. Vos 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 […]. Vos tenés que agarrar esos diez millones de dólares y hacer algo que deje una marca en el sistema, como puede ser una sala limpia con equipos para fabricar o para medir […]. Mi discusión era 'Hagamos un gran proyecto. Hagamos una sala limpia donde fabriquemos', yo seguía con esa propuesta. El resto de los científicos que estaban ahí, que la mayoría eran del CONICET y universidades, decían 'No, hay que invertir esos diez millones de dólares en los veinte grupos'. Pero así no haces nada, no cambias la historia. Nosotros como CNEA cambiamos la historia, poniendo plata y haciendo las salas limpias […]. En CNEA, como tenemos los proyectos de inversión, pudimos hacer las dos salas limpias. Tenemos otra lógica de funcionamiento que no es la de las universidades y la del CONICET, que tienen plata y la

> dividen y así no hacés nada, no dejás ninguna marca en el sistema" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

El actual presidente de la FAN, Lupi, comentó que en ese momento el presidente era el doctor Fernández Prini, que, entre otros, fue uno de los actores que impulsó "el tema de los aspectos éticos de lo que había sido la Fundación anterior", por los hechos de cómo había sido creada, según vimos en el capítulo 2. Entonces, al ser "una de las personas que sostuvo la ética de los investigadores", cuando la FAN pasó la órbita del MINCyT, "el ministro lo coronó: 'Ya que opinaste, te toca'". Ahora bien, en referencia a la convocatoria "Ideas-Proyecto", explicó que "tuvo algunas dificultades":

> "O sea, 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 […]. Se presentaron un montón, se discutieron mucho, pero como los criterios eran muy exigentes en cuanto a nivel y todo eso, se presentaron algunas incoherencias en que tenía que ser original, pero tenía que tener antecedentes el proyecto. Entonces no se sabía si tenía que ser original o tener antecedentes […]" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Pero, además de los antecedentes, "los proyectos tuvieron tantas discusiones porque los que estaban llevando los proyectos estaban sentados en la mesa", lo que "llevó a tensiones y discusiones que no salía ninguno y de aquella época solamente al final quedó uno". En ese entonces, "la FAN funcionaba en la calle Viamonte y se alquilaba" y "por motivos personales, Fernández Prini tuvo que renunciar", por lo que "la FAN estuvo bastante tiempo sin presidente". Entonces, cuenta Lupi, que un día que fue a hablar con el ministro Barañao, éste le dijo "Daniel, te tengo que nombrar a vos" y "acepté, era un desafío importante" (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 "funcionaba en una oficinita del Ministerio de Economía" y que 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? Vos me vas a prestar la plata y yo no te la voy a poder devolver nunca, ni con interés'. Entonces era una financiera con plata del Estado. No funcionó […]. 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–, la agenda de la Fundación comenzó a cambiar de rumbo paulatinamente, encontrando un espacio vacante en la divulgación y difusión. Lidia Rodríguez, desde su experiencia, relató que "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" y así:

> "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' […]. Propusimos al Consejo Asesor hacer este encuentro Nanomercosur y a Felisa le gustó mucho la idea. Había en ese momento, como una política de mostrar lo que se estaba haciendo […]. Nos lanzamos a hacerlo acá en un palacio, le metimos plata para traer gente […]. Después morimos de alegría […] 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 y tuvimos muchísimo éxito, mucha prensa y ahí descubrimos una empresa [Darmex] cuyo dueño tenía un laboratorio con […] dos investigadores financiados, que supongo que todo el directorio le debe haber dicho que no invierta en esto. Era como un lujo. Yo pensaba que una de las funciones básicas de la Fundación era promover esto […] que los empresarios pongan investigadores" (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).[129]

De esta forma, el primer evento de difusión fue el Congreso Nanomercosur, organizado por la FAN y por el Ministerio de Economía y Producción en 2007, llevándose a cabo los días 7, 8 y 9 de agosto en el Palacio San Miguel de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 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 estuvo abierto a personas que trabajaban en la temática y también al público en general, y, según fuentes oficiales, contó con una Feria de Empresas e Instituciones de I+D con capacidades y proyectos innovadores en micro y nanotecnologías –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–;[130] un Seminario Internacional con exposiciones en paneles sobre distintas temáticas para el desarrollo de estas tecnologías –políticas

---

[129] Ver *El Cronista* (2008a). Disponible en: http://www.fundacionprotejer.com/noticias/nanotecnologia_busca_su_lugar_mercado.htm (Consultado el 20/05/2015).

[130] Los inversores de capital de riesgo 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.

públicas, cooperación regional, impacto ambiental, aplicaciones para PyMEs, redes en nanotecnología–; paneles sobre sectores productivos específicos, y la atracción de inversión privada.[131]

La organización del primer Nanomercosur constituyó una primera incursión de la FAN en actividades de difusión de la nanotecnología. En este contexto de adaptación y redefinición de objetivos –desde 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:

> "Cuando se crea la Fundación hay un grupo de físicos que la impulsan con el objetivo de fortalecer la infraestructura, sobre todo la de equipamiento, para desarrollar determinadas actividades […] el Decreto que crea la FAN le hace un aporte inicial de mucha plata, pero ese grupo inicial promotor después enfrenta algunas dificultades internas que hacen que el objetivo quede como detenido y debilitado. Y la FAN, durante un tiempo que puede ser entre el 2006 y el 2007, no tiene muchas actividades propias ni una agenda propia. Hace algún evento propio, pero no termina de encontrar su propio rumbo" (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).[132]

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

El 10 de diciembre de 2007, luego de creado el MINCyT, la FAN fue incorporada a su Jurisdicción, dejando atrás el Ministerio de Economía y Producción, decisión que no contó con el consenso unánime del Consejo Asesor de la FAN. En el marco del mismo hubo un debate porque el Consejo Asesor no quería que la FAN pasara a la órbita del recientemente creado ministerio, ya que, según Rodríguez, "La ventaja

---

[131] Para más información consultar: http://www2.mecon.gov.ar/fan/nano2007/encuentro_nano2007.htm; http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc57/inti2.php; http://innovatekne.com/images/noticias/Encuentro_Nano_Mercosur_2007.pdf (Consultado el 11/07/2018).

[132] 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.

del ministerio de Economía es que tiene plata, es un ministerio que tiene recursos importantes", mientras que el MINCyT "era nuevo, tenía la Agencia que tiene los recursos" y "Lino pertenecía a la Agencia":

> "Él me comentó que en un viaje con Cristina [Fernández], ya electa, y Filmus, me dice 'Le vendí la FAN a Cristina. Le encantó, le conté lo que estábamos haciendo y creo que puede haber una sorpresa'. Me parece que, a raíz de ese viaje, Cristina le propone crear el ministerio. Así que en algún lugar la FAN tuvo bastante que ver con la creación del MINCyT. De alguna manera influyó […] 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 […] me pareció maravillosa la idea de Cristina de crear un ministerio de Ciencia y poder articular una política pública en ciencia […]. Y ahí llevamos con Lino la FAN" (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Desde otra perspectiva, una entrevistada 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 capítulos posteriores:

> "Conocí a la FAN en el año 2007, empezando a trabajar en los Fondos Sectoriales con financiamiento del Banco Mundial […] sobre todo para identificar los nichos de oportunidad donde establecer las prioridades y a partir de ahí llamar a la convocatoria del proyecto para el FONARSEC […]. Recién se había creado el MINCyT y uno de los fondos era orientado a la nanotecnología […]. Lo que se hizo en el año 2007/2008 fue terminar la negociación con el Banco Mundial y llegar a un acuerdo en cuanto al monto

> del préstamo de un programa […]. En el año 2008 se hicieron todas las consultorías para relevar a todos los actores claves, los laboratorios, los investigadores, si había alguna empresa. Se hizo un documento como un diagnóstico en el 2008 junto con la FAN y, posteriormente se hizo la primera convocatoria en 2010. Pero, todo ese trabajo, desde que se empezó a negociar con el BM hasta que se llegó a un acuerdo y se abrieron las convocatorias, lo hicimos desde el MINCyT con la FAN, que en ese momento era presidida por el doctor Fernández Prini, mientras que Daniel Lupi era el director ejecutivo […]. El MINCyT, cuando toma a la FAN bajo su esfera, […] justamente cuando se estaba haciendo el tema de los Fondos Sectoriales, el MINCyT 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". En este sentido, se realizaban "muchas reuniones con empresarios, donde nosotros como institución íbamos a relevar la supuesta demanda de los empresarios":

> "[…] yo cuestionaba mucho ciertas cuestiones. Por ejemplo, en una evaluación del FONARSEC en donde se determinaban líneas prioritarias no había una llamada muy abierta a la gente que debería ir a decir cuáles eran sus necesidades en el área. 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. Yo particularmente hice un relevamiento, una encuesta específica que hicimos en su momento, donde fui a los laboratorios, y cuando veíamos algo fuerte se hacía un trabajo minucioso sobre esa línea, sobre esos lugares o grupos de trabajo de

laboratorios, se hacía un relevamiento y ahí podías tener un perfil de lo que la gente más o menos hacía en nanotecnología, qué era lo que necesitaba y cuáles eran las dificultades […]. La idea era con los FONARSEC, tratar de potenciar esa línea de trabajo. Pero, ¿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 piantó el moño de que esto debía desarrollarse en nuestro país y que tenemos potencial. Usamos plata del BID para financiar estas líneas tecnológicas […]. ¿Cómo hacemos? Tenemos la Fundación, tenemos la plata, tenemos la gente, vamos por este lado'" (Comunicación telefónica con entrevistado/a B, 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 funcionamiento de la FAN la agenda no se terminaba de definir, dado que la Fundación tenía "una variedad de objetivos muy amplia y un proyecto concreto cuando arrancó, a una etapa donde no se terminó de definir":

"Además, esto coexiste con la negociación en el 2008 con el crédito del BIRF [Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento] donde se introducen lo que se llamaron los Fondos Sectoriales Nano Bio y TICs, con lo cual otra vez, ¿cuál era el espacio institucional de la FAN? En algún momento durante la negociación con el Banco Mundial se pensó que fuera la Unidad Ejecutora, 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 emprededorismo, que después lo tomamos, pero de una manera muy abierta" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

En la misma línea, otro entrevistado agregó que la FAN "tiene un recorrido un poco zigzagueante", donde en una primera etapa permaneció con escasa actividad, lo que atribuyó a diferentes dificultades, "inclusive una seria polémica en la comunidad acerca de cómo se distribuirían los fondos". Por esta cuestión, "la Fundación transitó toda una etapa casi congelada por esa polémica":

> "Estaban los fondos, pero no se podía avanzar, no estaba claro inclusive la parte legal de la Fundación […] estuvo Fernández Prini. Él tenía mucha prevención sobre cuál era la parte legal de la Fundación, de si no terminaríamos con un problema al utilizar esos fondos. Entonces la plata no se usó […]. En la etapa de Fernández Prini ya estaba el ministerio, pero no lográbamos arrancar. No se financiaban los proyectos. Hubo muchas acciones que se intentaron hacer, pero nunca se llegaron a concretar. Sí se hicieron los Nanomercosur, que eran eventos, congresos, eso se podía hacer. Pero había muchas dudas sobre el funcionamiento de la Fundación […]. Con lo cual recién empieza a funcionar cuando es designado Daniel Lupi como presidente" (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 agosto de 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 por ejemplo 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). Además, durante este encuentro, la FAN realizó un relevamiento para indagar en las percepciones y opiniones de los participantes sobre varios aspectos vinculados a la nanotecnología en el país.[133]

Por otra parte, en el marco de estas primeras actividades de difusión y divulgación de la nanotecnología, 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, y para 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 –como en Comodoro Rivadavia, Rosario, Campana, Mar del Plata, Rafaela, entre otros– y que se propusieron poner en contacto investigadores con cámaras empresariales, empresarios e instituciones gubernamentales promotoras de la nanotecnología (Vila Seoane, 2011: 71; FAN, 2010; FAN: 2012).

Sobre los orígenes y el funcionamiento de este programa en particular y sobre la divulgación como una línea de acción dentro de la FAN, un/a entrevistado/a que prefirió conservar el anonimato y que trabajó en la FAN entre los años 2009 y 2011, comentó que realizó “algunas actividades específicas que Lupi” le encargaba y que, “en todo ese trajín me empecé a encargar de todo lo que era la parte de divulgación”. En ese entonces, “la idea era que había que hacer algo, había que generar cosas”:

> “[…] me empecé a encargar de la parte de divulgación específicamente y ahí es donde creamos el Programa [Nanotecnología para la Industria y la Sociedad]. Había que salir al medio a hacer actividades de divulgación de la

[133] Este informe técnico puede verse en FAN (2010: 121-130).

nanotecnología, conectarse con las universidades, con los institutos, con las empresas. Dentro de las herramientas que yo tenía empecé a manejar la parte de divulgación en el marco de ese programa […] en sus comienzos no estaba del todo definido. Era una actividad que había que pensarla desde la parte de búsqueda de empresas, de búsqueda de actores en las instituciones públicas. Teníamos financiamiento y había que encauzarlo […]. No había alguien que dijera que este programa hace tal o cual cosa. En sus principios no estuvo pensado con un objetivo específico, sino que fue un programa multifunción, donde no estaba definido qué es lo que había que cubrir […]. Me acuerdo de que de ese programa surgió una gran agenda de redes donde se generaba divulgación. Esos eventos de divulgación en muchos casos estaban muy direccionados a ciertas empresas [pero] era muy difuso, no había un objetivo específico […]. Ese programa ni siquiera sé si fue formal en algún momento […]. En realidad, era un nombre *ad hoc* que se le dio a un gran cúmulo de actividades que yo iba desarrollando, que había que encauzar y darle forma […] Como en su momento había tan pocas cosas y había que demostrar que se hacía algo". (Comunicación telefónica con entrevistado/a B, 30/05/2018).

Mientras la FAN comenzaba a perfilar sus escasas actividades hacia la difusión, el Consejo Asesor debatió la posible adquisición de un microscopio con los 10 millones de dólares asignados inicialmente a la FAN –el valor del microscopio se estimaba entre 3 y 5 millones de dólares–, aunque finalmente este no fue comprado (*El Cronista*, 2008a):

"[…] estábamos por comprar un microscopio […] estábamos jugados en poner la plata ahí […] ¿Cómo administramos ese microscopio? […] Cada cosa lleva un tiempo que a veces no se quieren tomar, pero yo siempre digo que eso va a hacer más efectivos los resultados después. Yo prefiero lo lento y seguro, sobre todo en políticas públicas […] cuando vos haces una política pública y embarcás el país en una línea, hay que pensar estratégicamente. En ciencia cuando metes un camino, el resultado no lo tenés ahí. Entonces,

si me tomo un año en elegirlo no es perder tiempo. Es enfocarlo de la mejor manera, instalarlo" (Comunicación personal con Lidia Rodríguez, 17/04/2018).

Entonces, sobre la adquisición del microscopio, Lamagna comentó que fue su propuesta, realizada en conjunto con el INTI, dado que la creación de la sala limpia había sido cancelada, aunque finalmente el microscopio termina siendo comprado por la CNEA, después de la negativa desde la FAN:

> "[…] desde mi visión y en conjunto con el INTI, detectamos que faltaba microscopía. En una crisis en Argentina se fueron todos los microscopistas argentinos de Bariloche a Brasil, a Campinas y San Pablo, y fundaron las escuelas más grandes de Latinoamérica en microscopía, tipos de Argentina […] estábamos atrasados con eso. Nos habían pasado todos, pero el *know how* estaba en Argentina. […] desde el INTI también, desde la metrología, con Joaquín Valdes llevamos la propuesta de poner en la frontera entre INTI y CNEA el Instituto de Microscopía. La CNEA pagaba la mitad del equipo, que salía 3 millones de dólares, el INTI ponía el edificio y aun así no hicieron nada desde la FAN. Fue una propuesta de CNEA y del INTI. Nosotros llevamos a los microscopistas a la reunión, hicimos la propuesta donde cofinanciaba CNEA, pero prevaleció la idea de darle un poquito a cada uno […] la teoría de distribuir un poquito a cada uno y cada uno sigue con su pequeña línea de investigación. Pero así no haces ninguna historia ni marca. ¿Quién compra un equipo de 3 millones de dólares? ¿De dónde lo sacas? No había financiamiento para eso. La única institución que podía hacer estas cosas era la CNEA. De hecho, después terminó comprando ese microscopio […] el microscopio más avanzado de Argentina, que está en Bariloche. Pero eso lo pagó todo CNEA. Como hubo plata en el sistema […] tratábamos de avanzar con plata sólo de CNEA. El microscopio de Bariloche lo compró CNEA después de este fracaso en la FAN […]. Cuando eso se cae y prevalece la otra idea de Ideas-Proyectos e infinitos proyectos, eso de dar un poquito a cada uno […] La FAN […] sirvió para disparar un montón de cosas

> en CNEA […]. Como había mucha plata en esa época, podíamos diseñar cosas y hacerlas […]. Yo lo que le critico a la FAN es que hoy no salieron a buscar plata. Está creada una estructura, está creada una marca. Tendrían que salir a buscar fondos […]. Se quedaron muy estáticos, consumieron los 10 millones de dólares" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

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:

> "La FAN empieza a tomar otro ritmo y otra dirección, si bien los primeros tres años desde que la toma el MINCyT tiene muy poca actividad. Una actividad más de tipo donde se juntaban los científicos a debatir algunas cosas. Pero recién después de que asume Daniel Lupi, con un nuevo Consejo de Administración, 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 hubo "un ir redefiniendo en la acción las posibilidades de encontrar el bendito espacio para la Fundación", que "lo ha encontrado, primero, como un referente institucional de la nanotecnología que no había en el país, sin ser un desarrollador de nanotecnología", ya que "cuando uno dice energía atómica obviamente la CNEA, o la CONAE cuando habla de actividades espaciales, más allá de que algún otro haga, son los que hacen", pero "acá nosotros no hacemos, salvo un pequeño grupo que da servicios, pero da servicios a los desarrolladores". Entonces, en palabras de Venturuzzi, el espacio de la FAN se centró en:

> “[…] darle 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. Y parados en eso, tiene un área de difusión, un área de innovación y un área de servicios” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Por su parte, según el presidente, la difusión que realiza la FAN 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 [que figura en el decreto 380/2005]. Entonces, la primer idea fue hacer difusión en las escuelas” (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, creado el MINCyT, la FAN es incorporada a éste y “es rescatada” y que a partir de la gestión de Daniel Lupi “se empieza a darle 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 [Comisión de Investigaciones Científicas] a nivel provincial”:

> “A partir de la gestión de Lupi se empieza a ver cuál sería la posición de la FAN para no competir con las otras instituciones. Y ahí surge el programa Pre-Semilla y Semilla, que están orientados a ayudar aquellas instituciones, empresas, PyMEs, que quieran incursionar en nanotecnología. De esa manera, la FAN empieza a crecer y después empieza a crecer pensando en la difusión. Algo que no cumplían las otras instituciones. CONICET, Agencia

> y CIC no trabajan en la difusión. Entonces 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 […]. Hay muchos programas de difusión. Nos vamos a diferentes lugares dando charlas generales de nanotecnología, y algunas veces aplicadas a algún tipo de industrias" (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).[134]

En los fragmentos citados aparecen observaciones recurrentes. Si bien vamos a hacer un análisis detallado más adelante, nos interesa destacar en este punto el hecho de que la FAN inicialmente se propuso como objetivos centrales incidir sobre la competitividad económica y generar mejoras en la productividad 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 empresas, despertando el interés en las mismas para que se propongan la incorporación de la nanotecnología en sus productos y/o procesos. ¿De qué manera se podía llegar a generar un impacto apreciable en la competitividad económica argentina –objetivo que se propuso la FAN en el decreto 380/2005– si había muy pocas las empresas nacionales relacionadas con la nanotecnología y si la mayoría desconocían de lo que se estaba hablando? 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

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

y alto riesgo. Podemos decir que la mayoría de los programas e incentivos se enfocaron en la difusión de la nanotecnología 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 nanotecnología 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 nanotecnología y sobre empresas nacionales que trabajan con esta tecnología–, la muestra itinerante “Nano en Fotos” –se trata de una presentación de imágenes tomadas con microscopios, con el objetivo de acercar la nanotecnología a la sociedad– y la presencia de la FAN en la feria de ciencia y tecnología Tecnópolis, donde exponen conceptos básicos de la nanotecnología, sus aplicaciones y beneficios.

Por su parte, la iniciativa “Nanosustentable”, aborda los riesgos e impactos potenciales de la nanotecnología, articulando esfuerzos con organismos regulatorios. En este marco, se llevaron a cabo las Jornadas de Nanotecnologías y Sustentabilidad en octubre de 2012, evento que se encuadró en las actividades de difusión de la Fundación. Aunque este evento se discontinuó. Según Foladori y Carrozza (2017: 127), esta 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 permanente 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 nanotecnología en diferentes públicos interesados y su formación en las instituciones educativas de Iberoamérica.[135]

Dado que uno de los focos en difusión de la FAN es la educación y formación, y que a nivel primario y secundario no se aborde la nanotecnología, la Fundación atiende este nicho a través de la visita y ciclos de conferencias para estudiantes secundarios (Salvarezza, 2011: 20), lo que hace principalmente a través de su programa "Nanotecnólogos por un día". A través de este programa se realizan cursos virtuales de capacitación docente, conferencias de especialistas en distintas ciudades de Argentina y una elaboración, por parte de los alumnos, de monografías relacionadas con la nanotecnología. Los ganadores del concurso tienen la posibilidad de conocer algunos de los laboratorios de la Argentina (Toledo y Vela, 2013: 21).

En este marco de divulgación, la tercera edición del congreso Nanomercosur se llevó a cabo en septiembre de 2011 bajo el título "Encuentro Nanotecnología para la Industria y la Sociedad". Según fuentes oficiales, las actividades del encuentro incluyeron nuevamente 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. Además, como se hizo durante el evento predecesor, en este evento se volvió a repartir un cuestionario a los asistentes buscando relevar las percepciones de la

[135] La Red NANODYF se creó en 2010 para cubrir la inexistencia de planes específicos en divulgación y formación en NyN en los países de Iberoamérica. Para más información consultar: https://www.nanodyf.com/ (Consultado el 12/07/2018). Sobre el funcionamiento de la Red NANODYF ver Tutor Sánchez y Serena (2011) y Tutor Sánchez (2013).

nanotecnología (Salvarezza, 2011: 20; FAN, 2012). Posteriormente, la cuarta edición del congreso Nanomercosur se llevó a cabo en noviembre de 2013 bajo el título “Nanotecnología para la competitividad industrial”, la quinta en octubre de 2015 bajo el título “Hacia la consolidación de la Nanotecnología” y la sexta en septiembre de 2017 bajo el lema “Innovación sin escalas”.

Varios autores también identificaron el accionar de la FAN con la difusión y divulgación de la nanotecnología. Según Hubert (2014: 396), tras la creación de los Fondos Sectoriales, “cuyas solicitudes de proyectos reemplazaron a 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 hacía “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”, y agregó que, en su opinión con este trabajo, “la FAN ha empezado incipientemente a lograr concientizar sobre las potencialidades de estas nuevas tecnologías a nivel nacional”.

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:

> “En el período 2012-2020 el Ministerio busca consolidar y ampliar […] las 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:

> "Creo entre 2010 y 2011 fue donde se empezó a trabajar con eso con el nacimiento, por ejemplo, del Concurso de 'Nanotecnólogos por un día'. Que fue la primera de esas iniciativas 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).

Y 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 después también hemos tenido con mayor o menor intensidad y con distinto derrotero, acciones sobre cámaras, sobre organismos reguladores, sobre universidades, sobre gobiernos locales, sobre gobiernos provinciales. Ahora estamos avanzando sobre el tema de la formación profesional. Todo espacio que se nos abre de un modo u otro, nosotros lo ocupamos […]. Un gran generador de masa fue el concurso 'Nanotecnólogos por un día', que es el concurso que hacen los estudiantes secundarios […]. De ahí surge que los docentes piden también herramientas para capacitarse ellos para poder transferir. Y de ahí surge hacer charlas en universidades, que a las universidades les interesa también. Entonces así nació el Nano E, el Nano

> U, todas iniciativas ligadas siempre a lo educativo […]" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Además, Venturuzzi mencionó que la FAN participa "de los eventos que generan algún tipo de hito", refiriéndose al Nanomercosur, así como también tienen presencia en la feria científica Tecnópolis. Por otro lado, sobre el programa "Nanotecnología para la Industria y la Sociedad", comentó:

> "Ese es el que más ha ido perdiendo en los términos que fue planteado […] son 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, lo que sea […] llevamos el experto que más se ajustará a la zona […]. 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 […] hubiera sido imprescindible hacer un escalón a eso […]" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

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" y que "es una gran tarea juntarlos y que se entiendan":

> "El año pasado tuvimos como alternativa a este tipo de encuentros […] una modalidad muy interesante en la que no solamente llevábamos científicos, si no también llevábamos a empresarios. Y la idea es que los encuentros de "Nanotecnología y Sociedad" vayan más en este sentido. Más de los empresarios que les hablen a los científicos. El empresario no habla solamente de qué forma resolver un problema en la cadena productiva, sino también de cuánto cuesta, cuánto demora, si está habilitado o no, cómo está la cuestión regulatoria […] es lo mismo que nuestra participación en la asistencia a las instituciones regulatorias, cuando no los demanda. Hemos hecho varios acercamientos en los cuales ellos se muestran interesados, pero después no genera nada. Digamos, un relacionamiento estable.

> Tampoco quieren comprometerse y nosotros tampoco somos parte del Estado […]" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

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 las responsabilidades que cada uno tiene. Pero, en sus palabras, "hay en este sentido en nuestro país una falla de Estado, en términos de que, en general, cada uno se hace cargo de su responsabilidad":

> "Partamos de que 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 lanza 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, en última instancia, fortalezcan la industria nacional. Estos proyectos consisten en el desarrollo de ideas surgidas de trabajos científicos, donde el investigador tiene la opción de participar como emprendedor y empresario, o participar como desarrollador de su idea hasta un prototipo que demuestre su factibilidad real (*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. En esto cambia fundamentalmente el criterio de un proyecto de ciencia y técnica […]. En los proyectos de ciencia y técnica se les exigen muchos 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. Pero por ahí después no le encontrás los resultados […]. Acá el criterio es completamente distinto. Se da, para empezar, poca plata para que sea más aceptable por un cuerpo colegiado que siempre son complicados, y después […] se le ven los resultados, aunque sean malos […] es una herramienta para adquirir mutua confianza. Es decir, el investigador ve que […] le damos la plata una vez que nos convenció al Consejo de Administración. Se la damos en 60 días, no dentro de dos años, como es en los proyectos más pesados. Y al mismo tiempo nosotros 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", que resultan útiles en el momento en que la misma persona pida un Semilla, que es el paso siguiente y dispone de un monto monetario más amplio:

> "La primera parte no tiene necesidad de devolverlo, y el Semilla, sí. Son fondos que se espera recuperar a través de royalties, compartiendo el riesgo, pero recuperando […] 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).

Por su parte, Venturuzzi comentó que con el "Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología", "A diferencia de otros ministerios […] estamos tratando de cubrir lo que se llama el Valle de la Muerte":[136]

> "Todo el programa de Semilla tiene –desde que empezó hasta ahora, en tres años– 54 [casos]. Y tenemos en cartera ahí 4 o 5 más. Ponele que a fin de año sean 60 […] el Programa lo que permite es 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 […] ese capital que tenemos, que no es gigante, pero es un capital que nos permite posicionarnos cuando hay

[136] 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.

convocatorias […]" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Así, según el vicepresidente, la realización de estos 60 proyectos no conlleva ningún vínculo formal y "de los 60 proyectos, nosotros no tenemos ningún vínculo":

> "Ellos no están atados a nosotros bajo ningún punto. Pero como los ayudamos a crecer y los seguimos ayudando, hemos generado vínculos […]. Esto de nuestros proyectos en realidad es una fantasía […] en la medida en que ellos se sientan y nosotros lo sintamos de esa manera, es real. Pero 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. Eso es todo. Con lo cual no queda una ligazón, más que la ligazón de la confianza mutua, en los que tenemos confianza" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

La principal debilidad de este programa radica en el monto otorgado por la FAN 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 a fines de 2017, el monto del Pre-Semilla era de 150.000 pesos, con la posibilidad de disponer de 90.000 pesos en los 60 días iniciales.[137]

Sobre estas dos líneas de acción de la FAN, una entrevistada comentó que "no fue lo que se pensó originariamente por el grupo promotor" y que en realidad se quería comprar un microscopio, aunque "después eso quedó desvirtuado" y "se fue perdiendo" hasta que "la FAN encuentra otro rumbo que va a ser otros dos nichos":

> "Uno de los cuales va a ser promover […] dando un fondo y creando pequeños fondos de la plata. Y el segundo gran nicho que encuentra es la

[137] Algunos de los Pre-Semilla ejecutados pueden verse en: https://www.fan.org.ar/presemilla/ (Consultado el 25/07/2018).

> comunicación, difusión y divulgación y ahí empieza a encontrar espacios a cubrir como el sector educativo formal en escuelas secundarias, el sector universitario y ya después pasa a una tercera fase que es la más reciente creando la Nanofab" (Comunicación vía Skype con Gabriela Trupia, 4/12/2016).

Esta última fase que menciona la entrevistada conforma la tercera línea de acción de la FAN, que hacia fines del 2010 lanzó una invitación dirigida a emprendedores en Micro y Nanotecnología para sumarse a su nuevo programa de incubación de empresas (Vila Seoane, 2011: 71). Este programa estuvo 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 de este programa estuvo relacionada a la construcción de un edificio con instalaciones propias para la FAN. El edificio, de 1.600 metros cuadrados, se ubica en un predio cedido por la UNSAM y cuenta con espacios para la incubación de empresas, espacios de trabajo para tesistas, doctorandos y tecnólogos, laboratorios equipados para ofrecer servicios a empresas e investigadores (FAN, 2012: 14). Así, la iniciativa posteriormente se denominó "Laboratorio Nanofab", conformando una plataforma tecnológica para proyectos de desarrollo, innovación y transferencia en nanotecnología. La Nanofab cuenta con salas limpias para incubación empresaria, laboratorios de caracterización de nanomateriales y demás dependencias con servicios integrados y opcionales (Toledo, 2013: 28). La Nanofab cumple 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.[138]

[138] Sobre la Nanofab ver: https://www.fan.org.ar/nanofab/ (Consultado el 25/07/2018).

Sobre los orígenes del laboratorio Nanofab y el criterio bajo el cual fue creada, el presidente de la FAN explicó que, al venir del INTI, posee una "cultura de servicios" dado que el INTI "es un organismo que se caracteriza por hacer servicios a la industria", y percibió que al comprar un equipo "uno es como el dueño del equipo", pero al "aparecer una línea nueva de trabajo" o "cuando se va el doctorando o uno cambia de línea, el equipo queda parado ahí porque no hay nadie que lo mantenga". Entonces, "el equipo queda obsoleto o en realidad la gente pierde interés en esa línea, porque ya se avanzó mucho en el mundo, entonces en consecuencia queda el equipo ahí inactivo":

> "Entonces, para mí la solución a eso era que algunos equipos estén a disposición de todos, cobrándole los gastos operativos […] la FAN, originalmente, era una organización promotora y no una unidad operativa […] La FAN como quedó era para que actuara como promotora. Mi intención desde el principio […] era que llegara a ser una unidad ejecutora […] 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, entonces eso aumentaría la eficiencia […]" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

En línea con el laboratorio Nanofab, fue haciéndose necesaria la construcción de instalaciones para albergar físicamente a la FAN y Lupi propuso que se utilice parte de los fondos iniciales aportados a la FAN para la construcción de un edificio propio, dado que

> "[…] con un par de años en Argentina me di cuenta de que una organización que no tiene edificio, no existe. El día que no te giran los fondos, no apareces para toda la unidad. Eso era contrario al mandato de meter la nanotecnología en el país. Al final los convencí de que había que tener un edificio propio e invertir plata en eso. Fue un buen negocio […] fue una fracción bastante pequeña de la plata que había a disposición […]. En esa propuesta, en lugar de hacer un edificio solamente para la Fundación en sí mismo como sede,

pusimos otra idea que cuando analizábamos cuando nos pedían hacer alguna actividad adicional aparecían dos aspectos. Uno quería un equipo que varios grupos lo pedían […]. Entonces, tratamos de tener comunidad de equipamiento. Y la segunda, que casi todo lo que buscaban era lugar […] ahí surgió, 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. Y de ahí empezó a surgir el Nanofab. El Nanofab lo iniciamos realmente con una cosa de 'Este equipo que lo piden todos, ¿por qué no lo tenemos en un lugar en el medio?'. Entonces, empezamos a equipar la Nanofab con equipos que nos pedían mucho […]. En general, los equipos que elegimos están en la frontera entre lo tecnológico puro y lo medianamente científico. No hay cosas realmente científicas […]. Ese fue el criterio de elección […]. En principio, 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. Esto constituye "otra de las ventajas de tener a todo el Consejo de Administración", dado que la máxima decisión "está acá":

"Acá, como la presentación del proyecto se le presenta a la máxima autoridad, el Consejo de Administración, a partir de ese momento podés decir

que se acepta un proyecto porque tiene empuje y ya está. Esa es una enorme ventaja propia de las empresas privadas y que la tenemos acá. Yo creo que el día en que se den cuenta de esto, el sistema científico va a cambiar un montón […]. Cada proyecto es distinto […]. Hay empresas que hace 2 años están acá y han hecho cosas, pero no pueden producir porque sería ilegal.[139] Y hay otra gente que está produciendo y que no se apuró a vender. Nosotros no estamos persiguiendo. Queremos que lleguen al mercado y que sea legal y que no haya ningún problema […]. Tenemos un cálculo que es casi el mismo que definimos por ahora para el equipamiento del Nanofab: que paguen sus gastos. En algunos de los casos se da y en algunos todavía no se da porque si la persona todavía está en picada, no nacimos para meter a alguien preso por eso. En realidad, la filosofía para las dos cosas es que paguen los gastos" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Actualmente, la FAN posee cuatro áreas. Una de estas es el área administrativa –que incluye compras–, 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. Y también forma parte de varias redes:

"Algunas redes europeas, algunas redes iberoamericanas […] lo que nos permite tener algunos convenios con algunas instituciones. Tuvimos tres

[139] Debido a que el espacio donde se ubica la FAN no fue habilitado por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), que es un organismo descentralizado de la Administración Pública Nacional creado en 1992, mediante decreto 1490/92, que depende técnica y científicamente de las normas y directivas que le imparte la Secretaria de Políticas, Regulación e Institutos del Ministerio de Salud, con un régimen de autarquía económica y financiera. El objetivo de este organismo es garantizar que los medicamentos, alimentos y dispositivos médicos a disposición de los ciudadanos posean eficacia, seguridad y calidad. Para ello, se encarga de llevar adelante los procesos de autorización, registro, normatización, vigilancia y fiscalización de los productos de su competencia en todo el territorio nacional. Ver: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/institucional/que_es_la_ANMAT.asp. (Consultado el 08/11/2017).

socios de laboratorios europeos […]. Hay redes formales de desarrollo tecnológico, educativo y difusión. Y también redes informales de usuarios de equipamiento y también en especialidades como nanoelectrónica, redes parciales, no de nanotecnología en general" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).[140]

Como una iniciativa novedosa, la FAN incorporó, además de los dos consejos tradicionales –el de Administración y Asesor–, un tercero, que es el Consejo Empresarial. Sobre sus orígenes el presidente de la FAN comentó que buscaban opiniones de empresarios, porque "el Consejo de Administración tiene dos empresas solamente y el resto pertenecen a organismos, lo cual hace que el acento sea todavía medio científico […] está muy sesgado a un aspecto científico":

> "Los científicos piensan de una manera totalmente distinta al industrial. Entonces dijimos '¿por qué no balanceamos con las opiniones de los industriales?' Entonces buscamos algunos industriales amigos, en el sentido de que tengan la posibilidad y las ganas de charlar sobre este tema […] lo armamos en función de eso, para consultarles qué tendríamos que hacer, qué es lo que estamos haciendo mal. Tuvimos pocas reuniones todavía, porque eso empezó el año pasado y este año empezó a madurar, ellos también tienen que proponer, tienen que enojarse […]. No es tan simple encontrar gente que tenga ganas de subir" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Sin embargo, sobre este Consejo, uno de sus miembros comentó que no está clara su función:

> "[…] creo que fue el año pasado que me invitaron a ser parte del Consejo Empresarial. Porque fue una de las cosas que yo les dije 'Ustedes no tienen

[140] Además de la red correspondiente a difusión, la Red NANODYF, otra red de la que la FAN forma parte es la red internacional de compañías e instituciones de microtecnología, nanotecnología, materiales avanzados y MEMS, IVAM. Su objetivo es fomentar la innovación y crear ventajas competitivas para el mercado tecnológico. Para más información ver: https://www.ivam.de/ (Consultado el 25/07/2018).

> empresarios. Deberían tener empresas, no solamente científicos o gente que trabaje en ciencias […] Porque si no, ustedes pierden la visión, se les va a cortar el hilo. Necesitan tener empresarios'. 'Estamos tratando de armar eso. Es más, te vamos a invitar'. Si yo propongo la idea, me invitan y digo que no, es una vergüenza. Pero, además, también yo pienso que en el Consejo de Administración debería haber empresarios, que son los que aplican. No tendrían que estar separados. Somos como un Consejo Empresarial que está ahí […] hablando entre nosotros. No sé si tiene mucho sentido porque las aplicaciones uno las sabe, pero cómo llevar adelante las aplicaciones o cómo viabilizarlas en la industria, yo pienso que eso tendría que estar en la discusión general" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Otra de las iniciativas más recientes de la FAN –entre 2016 y 2017– fue la puesta en marcha de un, así llamado, *Coworking Lab*. Lupi precisó que el coworking se puso de moda, habiendo espacios por toda la ciudad que prestan un estudio, computadora, baño, servicio de café, entre otros servicios, todo ello porque "la persona lo que necesita es un lugar". Así:

> "[…] viendo eso y charlando sobre lo que la gente pide, empezamos a darnos cuenta de que había gente que no se metía ni siquiera en el Pre-Semilla, porque en realidad no lo podía hacer en la facultad. No les dejan, porque los equipos son para los alumnos o no se puede ocupar el espacio […] ahí se nos ocurrió empezar más en la punta y darles un espacio de coworking. Una oficina con coworking. ¿Qué quiere decir? Es una oficina con un escritorio, con una computadora, pero vos no la usás todos los días, porque estás en el instituto, o la facultad o en el trabajo. Entonces lo que te cobraría o te cobro es proporcional a las horas que vas a estar. Y después avanzamos un poco más […] y apelando a un fondo de fortalecimiento que presentó el Ministerio de Producción nos presentamos y desarrollamos un *Coworking Lab*, un espacio de coworking con computadoras, oficinas, teléfonos a otro que sería *Coworking Lab* que sería un laboratorio que nosotros ofrecemos con

mesadas, banquitos, agua, iluminación, aire acondicionado, ahora vamos a instalar una campana. Es decir, un laboratorio compartido. Que es un paso más que el coworking común" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Ahora bien, en un informe de gestión del MINCyT (2013a) se indicaban los objetivos de la FAN, aunque ya algo modificados respecto del Decreto 380. Estos incluían la promoción del desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en el desarrollo de las micro y nanotecnologías y la difusión "del potencial innovador de las micro y nanotecnologías para incrementar el valor agregado de la producción nacional" (MINCyT, 2013a: 6). Poco más adelante se remarcaban los logros alcanzados por la FAN, destacando la consolidación de su infraestructura, el apoyo a emprendimientos con alto contenido en micro y nanotecnología y la difusión en la población de los usos de micro y nanotecnología. El informe detalla que se había instalado la nueva sede de la FAN –dado que anteriormente funcionaba físicamente en una oficina perteneciente al Ministerio de Economía– al construir un edificio de 1.600 metros cuadrados "para desarrollar facilidades que actúen como plataforma de servicios para empresas, investigadores y diseños experimentales", consolidando así su infraestructura. En cuanto al apoyo a emprendimientos en micro y nanotecnología, el informe señaló que se habían adjudicado fondos para la financiación de 26 proyectos Pre-Semilla por $ 2.710.943 y para el desarrollo del encuentro Nanomercosur 2013. Por último, con referencia a la difusión de los usos de la micro y nanotecnología, se remarcaba la construcción de un espacio en la feria Tecnópolis 2013 –que recibió un promedio de 450 visitas por día y diez escuelas semanales–, la realización de seis encuentros con sectores industriales en ciudades del interior del país en el marco del Programa Nanotecnología para la Industria y la Sociedad, y la implementación del concurso "Nanotecnólogos por un día 2013", con participación de docentes y estudiantes secundarios en diez provincias (MINCyT, 2013a: 28-29).

3.6. Plataforma Nanopymes

Otra de las metas del MINCyT, explicitada en el plan *Argentina Innovadora 2020*, fue la articulación internacional en materia de ciencia y tecnología, a través de la cooperación internacional como "un instrumento fundamental para fortalecer y complementar las capacidades nacionales en CyT, con vistas a su transformación en ventajas competitivas y mejoras en la calidad de vida de la sociedad". Así, a través de la colaboración internacional "se pretende apoyar el desarrollo sustentable y facilitar el acceso a la información y la difusión de tecnologías", buscando "fortalecer el SNCTI [Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación], promoviendo la inserción del país en el mundo a partir de la cooperación científica". Las acciones de cooperación científica fueron ejecutadas por la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales, que "se ha abocado a privilegiar la complementación de capacidades, proyectar el fortalecimiento local y contribuir al crecimiento de capacidades en áreas de vacancia estratégicas para el desarrollo nacional". Como ejemplos, se menciona la mayor participación argentina en el Séptimo Programa Marco de la UE, los proyectos conjuntos y el incremento de convenios firmados con otros países en el área de cooperación bilateral (MINCyT, 2012: 48-49).

En este marco se encuadra el "Programa de cooperación al fortalecimiento de la competitividad de las PyMEs y creación de empleo en Argentina en micro y nanotecnología", cofinanciado entre el MINCyT y la UE, que es mencionado por el MINCyT como un logro en cooperación multilateral en materia de ciencia y tecnología (MINCyT, 2012: 105). Esta plataforma, mejor conocida como Plataforma o Programa Nanopymes,[141] fue firmada el 21 de junio de 2011 –prevista para 66 meses de funcionamiento– y tuvo como objetivo, mediante el fomento a las PyMEs, contribuir al incremento del empleo a través de la introducción de nuevas tecnologías, mejorando la competitividad del sector privado agregando

[141] Sobre el nombre del programa, un investigador del INTI manifestó haberlo creado años antes: "Desde INTI intentamos hacer con la industria algo que en su momento se llamó Consorcio Nanopymes […] y después ese nombre, no sé si por casualidad o no, lo tomó la Unión Europea. Pero inicialmente, allá por el 2004, sacamos un subsidio Nanopymes donde llamamos a empresas y les explicamos lo que es la nanotecnología. En aquel momento no nos entendían, no entendían para qué sirve […] se presentó un proyecto desde INTI que se llamó Nanopymes. Era algo global porque eran cosas nuestras de plásticos, de química. Después el proyecto no lo aprobaron, pero el nombre siguió adelante" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

conocimientos y valor a sus productos y servicios. A su vez, el programa se centró en cuatro áreas industriales: metalmecánica –incluyendo autopartes–, agroalimentos, salud y electrónica. Para su financiamiento, el programa contó con un presupuesto de 19,6 millones de euros, aportados en partes iguales entre Argentina y la UE.

El Programa Nanopymes tuvo varios ejes: una campaña de motivación y sensibilización sobre aplicaciones de las nanotecnologías en todo el país; la capacitación en gestión empresarial de la innovación para facilitar la adopción de nanotecnologías en PyMEs, incluyendo gestión estratégica y transferencia de tecnología –siendo los destinatarios las PyMEs, universidades, centros de investigación y desarrollo, laboratorios, institutos de investigación, y personal de oficinas de transferencia de tecnología de diversas instituciones–; caracterización de los principales sectores estratégicos vinculados a la micro y a la nanotecnología e identificación de sus demandas; la adquisición de equipamiento para los centros de excelencia del país de acuerdo a sus necesidades; la implementación de un programa de capacitación en micro y nanotecnologías que se llevó a cabo en la UE, destinado a expertos argentinos provenientes del sector productivo, laboratorios científico-tecnológicos y universidades; y por último, una convocatoria a proyectos regionales integrados con participación de PyMEs, laboratorios y universidades.[142] Respecto al programa, sostuvo el presidente de la FAN:

> "La Unión Europea […] firmó un Convenio de Cooperación para Fortalecimiento de la Competitividad y el Empleo en las Pymes argentinas. Ese se dividió en dos […]. Uno lo tomó el INTI y el otro lo tomó el MINCyT […] el del INTI se dedicó a fortalecer Centros del Interior exclusivamente […] y el del MINCyT se centró en aumentar la competitividad a través de la tecnología, como nanotecnología. La verdad que fue difícil de convencer, es todo una proeza genial de Águeda Menvielle y del ministro para convencer a los europeos que nuestras PyMEs iban a hacer nano […] en general lo que

[142] Para más información sobre el programa, consultar: http://www.nanopymes.mincyt.gob.ar/ (Consultado el 17/07/2018).

> es más fácil, como apoyaron en el INTI, es a utilizar recursos naturales […]. Es raro haber conseguido potenciar a las PyMEs en temas que están vinculados a la nanotecnología […]" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).[143]

Además, agregó que la parte de la plataforma que tomó el MINCyT, a su vez, se dividió en varios componentes, uno de los cuales y uno "de los más importantes" fue el "fortalecimiento de equipamiento técnico-científico" de las "unidades en universidades que iban a dar los servicios a las PyMEs", algo que según Lupi, fue un "tema discutible" porque "muchos equipos eran una simplificación":

> "Cuando me preguntaban a mí, yo prefería callar. 'Esto no va a ayudar a ninguna PyME, análisis espectrográfico y que se yo, es para ciencia'. Pero tampoco era misión mía […] para eso estaban los europeos que tenían que ponerse de acuerdo o no […]. Entre esos está el equipo de impresión electrónica que está acá en la Nanofab […]. Después hubo otro módulo de formación de recursos humanos, que […] se manejaba con universidades y con institutos de Europa […]. Después había otros dos módulos muy pequeños o inaccesibles que se centraban en las políticas de aplicar este tipo de tecnologías […]. Y después había un módulo que se llamaba PRIS, que en definitiva era como los resultados. Apoyamos durante cinco años todo esto con equipamiento, con políticas, con capacitación y todo. ¿Cómo llega al mercado? ¿Cómo se modifica el mercado?" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Asimismo, en el marco de las actividades del Programa Nanopymes se llevó a cabo un estudio que presentó un diagnóstico de las necesidades empresariales y de investigación en nanotecnología en Argentina, centrado en cuatro sectores económicos: agroalimentos, electrónica, metalmecánica y salud, elaborado por un equipo interdisciplinario. Este informe concluía, entre otras cosas, que existe una

[143] Águeda Menvielle fue directora de Relaciones Internacionales de la SECyT y MINCyT en el período 1998-2016 y tuvo a su cargo el programa Nanopymes.

importante capacidad científico-técnica en el país, pero falta articulación entre la academia, el sector empresarial y público, que en relación al dominio del desarrollo tecnológico de las micro y nanotecnologías predomina la dependencia con el exterior, y que las capacidades del país en micro y nanotecnologías son bajas en industrialización y comercialización (Fischer et al., 2013).

Sobre el eje de la Plataforma Nanopymes que incluyó la adquisición de equipos, un entrevistado, que había asesorado al MINCyT como contacto focal de la UE en nanotecnología, explicó el criterio de distribución de estos:

> "Era plata de la UE, porque Argentina todavía estaba en una banda de países que era ayuda para el desarrollo y nosotros por el PBI por habitante estábamos por salir de eso, porque era ayuda para los países más pobres. Estaban los países más pobres del mundo y Argentina en esa línea, que era para sacarnos del subdesarrollo. ¿Cómo engancha la nano ahí? ¿Cómo salir del subdesarrollo? Generando empleo y ¿Cómo generás empleo? Con las PyMEs. ¿Cuáles son las PyMEs más avanzadas tecnológicamente? Las que usan nano. De ahí sale Nanopymes y de ahí sale que la plata esa era para salir del subdesarrollo. Era una cosa medio tirada de los pelos. Estaba esa plata ahí y había que sacarla.[144] Después vino la pelea, pasó lo mismo que en la FAN. Lino Barañao tuvo que armar un Comité Científico para el Nanopymes […]. El planteo fue dividir la plata, pero ahí prevaleció mi tesis. Mi tesis era 'Este es un proyecto de tecnología. No es de ciencia. Es tecnología para PyMEs. Entonces ¿cómo vamos a distribuir la plata? En los que tengan ya experiencia en transferir tecnología a PyMEs. ¿Qué instituciones transfieren tecnología?' […] pedían índices de éxito. Una chance de tener más éxito es agarrar laboratorios que ya vengan transfiriendo

[144] Textualmente, la justificación decía: "En nuestro país, hay un convencimiento que la lucha contra la pobreza y la mejora de la calidad de vida se logra cuando el sector de las PyMEs está 'saludable' y en crecimiento […] las PyMEs corren el riesgo de desaparecer si no innovan en sus productos y mejoran su competitividad. El MINCyT tiene una política activa de apoyo a las PyMEs a través de la incorporación de nuevas tecnologías. Asimismo, se definió como prioridad la Nanotecnología para sostener y mejorar la competitividad de las empresas, porque existe la visión […] que la micro y nanotecnología 'tiene capacidad para seguir mejorando la calidad de vida y la protección del medio ambiente, además de impulsar la competitividad industrial'" (Unión Europea, 2010).

tecnología a empresas. No uno que es científico, ve plata y levanta la mano […] las universidades querían, pero nunca habían hecho nada […] Entonces, prevaleció ahí la lógica de que había que mostrar antecedentes como laboratorio de haber transferido trabajo para empresas. Y ahí ganó ampliamente la CNEA […]. Creo que […] la CNEA se llevó un millón de euros, la UBA 100 mil euros, una cosa así. Pero la que más antecedentes tenía en transferir tecnología era la CNEA […] hubo dos equipos que se compraron. Uno terminó en la sala limpia de Buenos Aires. Y se compró un equipo de superficies que está en Bariloche, en donde trabajaban empresas […]. El INTI también recibió, porque el INTI tenía antecedentes de haber transferido a empresas, pero la que más recibió fue la CNEA y lo justificamos. Hubo discusiones intensísimas […]" (Comunicación personal con Alberto Lamagna de CNEA, 6/06/2018).

Desde otra perspectiva, sobre la adquisición de equipos una entrevistada comentó que no existió una convocatoria abierta al respecto:

"Eder Romero[145] fue parte, la contrataron como asesora del Programa Nanopymes en el área de salud. Había que hacer reuniones en todo el país y agrupar a todos los investigadores, porque iba a haber proyectos […]. Después, yo me entero por otras fuentes que en principio había habido otro dinero destinado a la compra de equipamientos. […] los equipamientos es lo más caro que uno puede tener. Y no hubo nada, ni un llamado, ningún concurso, nada. Entonces vos ya te habías comprado tu equipo, él se había comprado el suyo, el otro se había comprado su equipo […]. Es claro cómo se maneja esto. Uno ya lo aprendió y ya vive con esto […] cuando hay mucho dinero, primero se sientan y se reparten el dinero grande y por ahí dejan un poquito de dinero para los demás. Pero no hubo un concurso para comprar equipos y acá dice que este compró ese equipo con ese dinero, pero ¿dónde

[145] Investigadora perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas (CIDeN) 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).

> estuvo el concurso? A mí no me llegó nada" (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).

Sobre la inexistencia de la convocatoria, Lupi comentó que "hubo un problema" y que es verdad que "en el ámbito de los investigadores […] a los que están sentados en la mesa les toca. Desgraciadamente es así". En esta dirección agregó que al formarse el CBNN, se preguntó quiénes serían sus coordinadores, pero que la respuesta fue que "ya está formado" y "quedaron los que estaban al lado". Entonces, reflexionó que "al final con los años uno dice que bueno, es preferible eso que otra cosa, porque si vos convocás y convocás, nunca largás". Pero, "en definitiva hay cierta hermeticidad de lenguaje, de convocatoria. En fin, cuando se habla de convocatoria, la convocatoria también podría ser sesgada" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Entre las instituciones que recibieron los doce equipos financiados a través de la Plataforma Nanopymes, se encuentran el INIFTA (UNLP), el INQUIMAE (UBA), el CAB y el CAC de la CNEA, la UNRC, el INTI, la FAN, el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) de la UNLP, la Universidad Austral, el Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería (INTECIN) de la UBA y el Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC) de la UNL.

3.6.1. Proyectos Regionales Integrados

En abril de 2014, el MINCyT abrió una convocatoria a la presentación de propuestas para apoyar la implementación del eje correspondiente a los Proyectos Regionales Integrados (PRIS), los cuales buscaban promover el desarrollo de conocimientos y aplicaciones micro y nanotecnológicas dirigidas a resolver problemas o limitantes productivos que enfrentaban en Argentina los cuatro sectores industriales seleccionados: metalmecánica, agroalimentos, salud y electrónica. Como resultado, la FAN recibió una subvención para administrar estos proyectos:

> "[…] fuimos beneficiarios de un instrumento [el PRIS], el cual nos permitió apoyar 18 proyectos de empresas apoyadas por alguna institución científico-tecnológica […]. Ahí nos presentamos a una convocatoria. La ganamos

porque teníamos la capacidad de lo que se esperaba, que eran las empresas. Cualquier otra institución que se presentó, que no hubo muchas, no tenía en la cartera a las empresas" (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

Posteriormente, en junio se abrió la convocatoria a la presentación de los PRIS, a partir de presentaciones de consorcios conformados por integrantes del ámbito público y privado, a ser ejecutados en un plazo de 18 meses. Para este eje, en un principio fue destinado 1,5 millones de euros en total, aunque finalmente contaron con 2.229.700 euros. Los beneficiarios recibían un aporte no reembolsable por el 80% de su proyecto, debiendo aportar en efectivo y/o en especie la contraparte restante. Desde la FAN, Lupi relató que en un momento recibió un llamado desde el MINCyT, diciéndole que faltaban 18 meses para la finalización del programa y seguía faltando el módulo de demostrar que las empresas llegaron al mercado, por lo que había "que demostrar que por lo menos tres o cuatro empresas llegan al mercado":

"A mí me dio una bronca infernal. Todo esto duró como 3 o 4 años y me dicen a último momento que por qué no les doy una mano ahí […] era una carrera contra el tiempo, por eso los famosos 18 meses, porque el proyecto terminaba en 18 meses […]. Pero por cómo se habían dado los acontecimientos, esta parte que es a la que los europeos le dieron muchísima importancia […] porque si todo esto se hacía para que aparezcan productos en el mercado y se le daban los últimos 18 meses […]. Entonces yo les dije que me dejen ver qué se podía hacer. Me dijeron 'Pero tenemos que ir a concurso porque hay otras organizaciones que quieren hacerlo'. Está bien, se hizo un concurso público […]. Algún organismo de Córdoba se presentó, se presentó la gente de Bariloche, creo, y nosotros. Nosotros teníamos la experiencia de todos los Pre–Semilla, y ahora teníamos oportunidad de implementarlo […] después se llamaba a un concurso en el país y se juntaba las empresas […] nosotros rompimos el chanchito y dijimos que nos presentamos ya con las empresas. Aparte había un tema de tiempos, si vos

> llamas a concurso, son tres meses para el llamado, para evaluar son otros meses más. Entonces, la verdad los otros grupos estaban macaneando, sabían que se iban a gastar los 18 meses en la convocatoria […]" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Por lo tanto, desde la FAN alegaron que, al tener las empresas, con las cuales existía una experiencia de trabajo previo, corrían con cierta ventaja frente a otros organismos que buscaban administrar el PRIS:

> "Empezamos a sumar y sumamos como 12 empresas. Después otras, cuando se enteraron, querían subir también. Entonces, al final sumamos 18 empresas y paramos ahí […]. Eran 2.200.000 euros que si lo dividís por 18 se va achicando mucho el monto que le toca a cada uno. Entonces el apoyo es importante pero ya no tanto […]. Entonces juntamos un paquete con estas empresas, y de esas por lo menos tres tenían que llegar al mercado. Era ridículo el porcentaje […] que finalmente pedían que llegue al mercado. Después llegaron un montón, llegaron como 12 o más. Pero eso nos permitió ganar la apuesta. Teníamos las empresas que tenían que estar distribuidas por todo el país […]. Normalmente cuando uno está en el sistema no [puede] dejar de pensar en convocatorias. Y en realidad, la FAN se basa en discriminación. Yo busco las que sirven, no las que sean aptas […]. Entonces, nosotros nos dimos el lujo de seleccionar aquellas que sí podían llegar al mercado, no aquellas que querían recibir un subsidio […]" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

A su vez, las empresas debían presentarse junto a un grupo de investigación, siendo "18 empresas con 18 instituciones". De esas 18, la FAN tenía contacto previo, conociendo a la empresa o al grupo de investigación:

> "Entonces decíamos que tal grupo es potente, está trabajando mucho. '¿Con que empresa podés hacer algo?' […] Vimos estas cuestiones y las presentamos a todas juntas para que el Ministerio y la Unión Europea decidieran […]. Pero la esencia de por qué se hizo este método es porque

había que demostrar que estos 19 millones de euros que le habían puesto del otro lado llegaban al mercado, si no el proyecto fracasaba. Entonces, la selección no era convocación de a ver quién quería, si no compromiso de ver con quién llegamos al mercado. Esto le costó trabajo a la gente entenderlo al principio. Como nosotros en la Fundación tenemos la gimnasia como pequeños inversores, porque es poca plata la que ponemos, vamos y buscamos el tipo que nos interesa […]. Es la contra natura de lo que sería la convocatoria del Ministerio […] ¿Por qué se puede? Porque estamos dentro del ámbito cuasi privado y porque la máxima autoridad es el Consejo de Administración" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Como resultado, fueron financiados 18 proyectos, con iniciativas desde las empresas Omega Sur S.A., Biochemiq S.A., Bell Export S.A., Adox S.A., Intelligent Gas-SIME S.R.L. –que luego fue reemplazada por Nanotica–, Chemisa S.R.L., Prokrete Argentina S.A., Solcor S.A., Laboratorio Mayors S.R.L., LH Plast S.R.L, Silmag S.A., Lipomize S.R.L., Penta S.A., Uga Seismic S.A., LiZys S.A., MZP, Ceprofarm y Jenck S.A.

A continuación, presentamos una breve caracterización de cada una de estas empresas y su participación en el PRIS.[146]

3.6.1.1. Omega Sur

Omega Sur es una PyME, ubicada en el Parque Industrial General Savio de la ciudad de Mar del Plata, que desde el 2001 se dedica a refinar aceite marino con alto contenido de omega 3 –que sirve para prevenir desde enfermedades cardiovasculares, hasta dermatológicas– para el sector animal y cuenta con quince empleados (Omega Sur, 2018). Sin embargo, su proyecto original alcanzaba también la obtención y el refinado de aceite para consumo humano. Esto fue lo que motivó su participación en el Programa Nanopymes en 2013, en conjunto con el

[146] En la Figura 3.1. del Anexo se ofrece un recuadro de las 18 Empresas del programa PRIS de la Plataforma Nanopymes.

Centro de Química del INTI. En el marco de ese programa, Omega Sur salió seleccionada a través de la FAN para acceder a un fondo no reembolsable de 85.000 euros, de los cuales 70.000 fueron para la empresa y los 15.000 restantes para el INTI (Andahazi, 2015).

El presidente de la PyME, Pablo Aiello, comentó que en el 2009 la empresa buscó retomar el proyecto original –la obtención y el refinado de aceite para consumo humano-. El Centro de Química del INTI se puso en contacto con Omega Sur al estar "haciendo estudios de los ácidos grasos esenciales", hubo un envío de muestras del aceite a este centro y de esta forma se fue generando el contacto entre la PyME y un centro de investigación del INTI. Con el programa Nanopymes, Omega Sur tenía la intención de "microencapsular el aceite de raya para consumo humano con la idea de comercializarlo", desarrollo que fue asistido por el INTI y la FAN. Así, dentro de este desarrollo, "apareció la posibilidad de la compra de un Secador Spray Galaxy". En este punto, desde la empresa su presidente aclaró que lo que realizan es un proceso de microencapsulado y que, por el tamaño de las partículas, no llegan a hacer nanotecnología, aunque al ser una PyME con "perfil de desarrollos novedosos, innovadores, exportadores, cuadró bastante bien con la gente de la FAN". Los recursos financiados por la FAN le sirvieron a la empresa para comprar el Secador Spray Galaxy, siendo el producto final que llegaría al mercado "un aceite microencapsulado en polvo" para consumo humano que, según la estimación de su presidente, "ya por el año que viene […] lo podremos comercializar" (Comunicación telefónica con Pablo Aiello de Omega Sur, 29/11/2017).

Así, el participar del Nanopymes ayudó a Omega Sur en "la compra del equipo y en apurarnos, en algún sentido, a terminar el desarrollo", lo que según Aiello, permitió "visto desde el Estado que hacía la inversión, poder generar un producto que no se conseguía y acompañar el desarrollo de una empresa nacional", apoyando a la industria nacional para sustituir importaciones. El entrevistado remarcó que fue muy importante para una empresa como Omega Sur trabajar con nanotecnología, aunque en su caso fue microtecnología a través del microencapsulado, "pero con productos novedosos y que implican una tecnología distinta a la que nosotros

utilizamos para hacer los procesos comunes", siendo algo novedoso "y completamente distinto a lo que hacíamos, a lo que hacemos". En suma, el Nanopymes permitió a la empresa desarrollar "productos nuevos, con procesos novedosos, con una tecnología que no es la del área", dado que la PyME comienza su proceso productivo partiendo del "residuo de lo que se tira de la pesca, entonces ya la idea de poder vincular nanotecnología con residuos de la pesca ya habla de un desarrollo industrial importante". Luego de remarcar que todo el proceso le sirvió mucho a la empresa, el presidente comentó que éste llevó varios años porque "recuerdo que hubo meses de demora, porque había que cotizar los equipos, hacer los desarrollos" y después "creo que hubo una demora también en la disponibilidad de los fondos, que por ahí son 2 o 3 meses, pero eso en la sumatoria hace que se haya extendido lo que por ahí se había planificado para un año y terminaron siendo dos" (Comunicación telefónica con Pablo Aiello de Omega Sur, 29/11/2017).

Por su parte, el presidente de la FAN agregó que Omega Sur quería un "secador por centrífugo", pero que el "más chico tenía cinco metros de alto y era para producción", máquina que no era para uso en un laboratorio. Desde la FAN habían acordado apoyar "recursos humanos, pagar algún becario, con algún equipamiento pequeño de medición o de control o de producción y nada más" y que en este caso "lo que querían era un equipazo gigante que costaba alrededor de 50 mil dólares". Sin embargo, los equipos técnicos de la UE lo aceptaron y el equipo fue comprado (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.6.1.2. Biochemiq

Biochemiq es una empresa emplazada en la localidad de Moreno en la provincia de Buenos Aires que ofrece productos y soluciones biológicas en el campo de la medicina y la salud animal (Biochemiq, 2018). Biochemiq se crea formalmente en 2004, aunque ya desde 1999 había empezado con algunos desarrollos y evaluación de productos, ofreciendo productos y soluciones biológicas de avanzada para ampliar la protección, mejorar el bienestar y la productividad en el área veterinaria. Biochemiq cuenta con siete empleados aproximadamente. Como resultado de su participación en uno de los proyectos pertenecientes a los Fondos Sectoriales de

Nanotecnología financiados por la ANPCyT, algunos socios de la empresa en conjunto con algunos investigadores de la UNSAM –Diego Comerci, Andrés Ciocchini y Juan Ugalde– crearon una nueva empresa: Chemtest. Chemtest, que nace en 2013 –mediante un proyecto de la línea Empretecno en 2013 financiada por la ANPCyT– y se encuentra incubada en la FAN, está enfocada en la elaboración de reactivos de diagnóstico para la medicina humana y veterinaria (Chemtest, 2018). La participación de Biochemiq en el Nanopymes obedeció a la necesidad de terminar de equipar a Chemtest y terminar la construcción de sus instalaciones.

3.6.1.3. Bell Export

Bell Export es una empresa fundada en 1989 con sede en Bell Ville, provincia de Córdoba, que desarrolla y fabrica equipos para la obtención de oxígeno y nitrógeno por un proceso denominado PSA (adsorción molecular por balance de presiones) –tecnología aprobada por la ANMAT para la producción de oxígeno para uso médico–, instrumentos analizadores de oxígeno y equipos especiales para el tratamiento de estos gases. Además, la empresa posee una iniciativa dedicada al desarrollo de aplicaciones en biotecnología –Invabio (Investigación aplicada para la biotecnología)– vinculada a la producción de gases, que prevé la utilización de estos en una diversidad de variantes de productos en salud, industria manufacturera y agricultura, ganadería y piscicultura, así como fuente de energía. Según el presidente de Bell Export desde 2006, Ricardo Daniel De Simone, ingeniero metalúrgico por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la empresa trabaja a escala nanométrica en el desarrollo de su sistema de separación de gases, en el que se usa zeolita, que es un material nanoestructurado. Aunque luego la necesidad de controlar y medir a esa escala los llevó a diseñar instrumentos de medición específicos, como el sistema de espectrometría de masa mediante movilidad iónica (IMS, por sus siglas en inglés), desarrollo que llevaron a cabo en el marco de un PID en conjunto con la CNEA (Nitroair, 2018; Invabio, 2018).

Sobre esas bases, en 2014 la empresa Bell Export obtuvo el subsidio PRIS, uno de los varios componentes pertenecientes al Programa Nanopymes, en conjunto con

un grupo de investigadores de la CNEA y la UNSAM, dando origen a Argentum Texne, empresa de base tecnológica que funciona en el edificio de la FAN. Allí se encuentra su laboratorio, donde la empresa incubada diseña, desarrolla y fabrica narices electrónicas –sistemas de olfatometría–, que son equipos que contienen sensores sensibles a un gran número de compuestos orgánicos volátiles, 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, etc., 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). Según Carlos Rinaldi, socio de Argentum Texne e investigador de la CNEA: “[…] los sensores que se utilizan para la detección de los gases se basan en el desarrollo de películas nanoestructuradas de óxido de estaño que, cuando entran en contacto con el oxígeno o con cualquier otro gas, producen reacciones físicas sobre la superficie" (Andahazi, 2015).

3.6.1.4. Adox

Adox está ubicada en Ituzaingó en la provincia de Buenos Aires. En sus orígenes se constituyó como proveedora de equipos electromédicos de alta complejidad para quirófanos, los cuales importaba. Desde 2005, fabrica productos como ventiladores y equipamiento médico, pero de orden electrónico. Actualmente, realiza desarrollos tecnológicos para áreas como salud, agroindustria y seguridad, ofreciendo una amplia gama de productos químicos, como productos de limpieza y desinfección hospitalaria (Adox, 2018). La empresa cuenta con 60 empleados aproximadamente, de los cuales 8 pertenecen al Departamento de Investigación y Desarrollo de la empresa. Adox genera una facturación anual estimada entre los 50 o 60 millones de pesos, de la cual el 12% es invertido en I+D.

A través de la FAN, Adox se conectó con investigadores del CONICET, pertenecientes al Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones

Industriales (CINDEFI) –el “Laboratorio de Nanobiomateriales” de la UNLP– para desarrollar un desinfectante de manos con nanopartículas de plata. Este producto trabaja en dos niveles: mata la bacteria y retrasa el crecimiento de las bacterias en manos y superficies. El desarrollo duró dos años. Según Javier Viqueira, presidente de Adox, la empresa exporta a distintos países de América Latina, aunque no habían desarrollado productos nuevos en diez años y habían perdido posicionamiento de mercado. Con lo cual este desarrollo “nos mejora inmediatamente nuestra posición y rentabilidad como empresa puesto que, ahora, tenemos productos de más alta tecnología a buen precio” (Catalano, s/f).

Viqueira también comentó sobre la incursión de la empresa en la nanotecnología, que fue aproximadamente en el 2014. El presidente de Adox es miembro de una Cámara Empresaria de la Industria Metalúrgica y Electrónica y participó en uno de los eventos donde los nanotecnólogos de la UNSAM estaban presentando “sus proyectos, sus desarrollos”, algunos de los cuales “estaban presentando una pintura bacteriostática”. Como resultado, a partir de ese momento Viqueira se contactó con estos investigadores y posteriormente lo invitaron a visitar las instalaciones de la FAN. Según sus palabras: “[…] pensamos que […] las nanopartículas de plata podían ser algo de utilidad para nosotros”. Si bien, los primeros desarrollos fueron con el CINDEFI, mientras que los desarrollos que actualmente está llevando a cabo Adox “es con el equipamiento que cuenta la FAN y la UNSAM”. Su participación en el Nanopymes tuvo un objetivo inicial de “producir un producto que en su limpiador contiene nanopartículas” y como resultado “se desarrolló un producto que cumple las mismas funciones” pero con “otras características en la forma de aplicación” (Comunicación personal con Javier Viqueira de Adox, 1/06/2017).

En concreto, para el proyecto que financió el PRIS, Adox trabajó con un investigador de la UNLP, cuyo centro requería un equipo y algunos insumos que fueron adquiridos a través del Nanopymes. En palabras de Viqueira “Nosotros pagamos parte de los honorarios, pagamos una becaria y ahí hay temas de idas y vueltas”, dado que “A veces con el investigador principal del tema no pudimos entendernos del todo bien, pero nos entendimos muy bien con la becaria, con lo cual la

incorporamos y sigue trabajando con nosotros". En principio, "íbamos a hacer un producto que en el desinfectante iba a tener unas nanopartículas de plata", lo cual resultó una tarea compleja dado que "traía muchas complicaciones estabilizarlo" y los investigadores "querían seguir investigando eso". Entonces, desde la empresa recomendaron separar el producto, poniendo el limpiador por un lado y las nanopartículas en el enjuague, lo que supuso un cambio en el proyecto original y "Nos generó una crisis con el investigador, porque el investigador quería solucionar el problema de hacerlo con el formato inicial, pero nosotros veíamos que eso era una demora de tiempo". Toda la experiencia le sirvió a la empresa para "después trabajar con otros investigadores y actualmente con la UNSAM". Como balance final, el presidente de Adox comentó que lo que buscaban era "hacer un proyecto de investigación" y que "alguien nos ofrecía pagarnos algo", aunque lo hubieran llevado a cabo, "hubiera estado la iniciativa o no, como lo seguimos haciendo ahora que no tenemos más el incentivo". El proyecto PRIS duró 18 meses, aunque "ya son dos años y medio o tres que estamos con esto" (Comunicación personal con Javier Viqueira de Adox, 1/06/2017).

Sobre la participación de Adox en el Programa Nanopymes, el presidente de la FAN comentó que el "fracaso" del investigador en lograr la estabilidad permanente en "la mezcla de nanopartículas de plata con el detergente fue el argumento de venta del tipo que lo tenía que colocar en el mercado". Las nanopartículas de plata, después de algún tiempo, quedaban en el fondo y "entonces era un detergente común". Entonces, cuando el investigador lo discutió con el industrial:

> "[…] el industrial dijo […] '¿Y si lo ponemos en un frasquito aparte? y cada vez que lo tenes que usar tenés que agregarle del frasquito y batir. Porque si yo vendo un producto que dice que tiene nanoplata y lo vendo con el mismo color, entonces lo vendo al mismo precio. Si yo digo que tiene nanoplata en un frasquito adicional, la gente lo compra y lo vendo más caro'. Esta persona empezó a aumentar las ventas simplemente porque lo ponía en dos componentes, porque el comprador/el mercado interpretaba que si era el mismo podía ser mentira […]. El industrial me decía 'Hubo épocas en las que

> no conseguía vender, especialmente cuando hubo el cambio de Gobierno […] y la fábrica la mantuve vendiendo los detergentes nuevos. [El investigador] estaba preocupado con que no le daba y para mí fue la salvación porque si lo tenía que poner todo junto, le tenía que poner colorante para que se den cuenta que es distinto y así compraron los dos frascos' […] es un caso donde la nanotecnología ayudó a crear un nuevo modelo de negocio, porque vender en dos frasquitos es un modelo de negocio nuevo" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Adox además se encuentra desarrollando un lubricante de instrumental quirúrgico a base de nanopartículas, una solución nanoporosa para evitar la contaminación de superficies y esponjas con nanopartículas (Adox, 2018) y a mediados de 2017, la empresa se presentó a una convocatoria Empretecno –en el área de biotecnología–, cuyo objetivo es el desarrollo de nuevas empresas de base tecnológica (EBT) perteneciente a la ANPCyT, en conjunto con investigadores de varias instituciones –Martín Bellino y Paolo Catalano (CNEA), Martín Desimone (UBA) y Galo Soler Illia del Instituto de Nanosistemas (INS) de la UNSAM–, para fundar una nueva empresa: Hybridon. Está previsto que Hybridon produzca recubrimientos antibacterianos para reducir infecciones intrahospitalarias. Para el emprendimiento, la ANPCyT aprobó un fondo de 4,3 millones de pesos, con una contraparte prevista de 1,8 millones por Adox (Zamponi, 2017).

Sobre los orígenes de este emprendimiento el investigador Galo Soler Illia explicó que, al trabajar anteriormente en CNEA, junto con un grupo de investigadores -Martín Bellino y Paolo Catalano y Martín Desimone-, lograron desarrollar un material antibacterial para depositar en vidrios y azulejos, desarrollo que fue ganador del Premio Innovar en 2016.[147] Los tres grupos de investigadores planeaban utilizarlo en hospitales y quirófanos:

[147] El Premio Innovar 2016 fue para un recubrimiento nanoestructurado antibacteriano con poder residual que funciona dosificando un bactericida (Zamponi, 2017).

> “Pero cuando lo vamos a vender, nadie compra la patente […] ¿Qué pasó? Era caro de hacer, había que cambiarle los métodos de preparación a las empresas, había que meter una nueva estación que hiciera eso, era complejo. Sin embargo, una empresa se acerca y nos dice ‘a nosotros nos interesa lo que ustedes hicieron. Pero no queremos un recubrimiento que es fijo, una superficie tratable a alta temperatura, que es lo que ustedes saben hacer. Queremos esta otra cosa’” (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

El cambio en cuestión se trató de una modificación para que el producto pudiera aplicarse a una variedad de superficies de manera sencilla. Y, a pesar de estar involucradas la UBA y CNEA, al Empretecno se presentaron formalmente el CONICET, la UNSAM y Adox, dado que los requerimientos formales consistían en involucrar “la menor cantidad de instituciones posible” (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

3.6.1.5. Intelligent Gas y Nanotica

SIME SRL es una empresa ubicada en Ciudadela, provincia de Buenos Aires, en la que trabajan 45 personas aproximadamente. Produce válvulas para gas y, más recientemente, generó una división dedicada a producir instrumentos para detección de fugas de gas domiciliarios, industriales y profesionales. Esta división nace gracias a Intelligent Gas, un detector de gas que fue diseñado en conjunto con profesionales del INTI, siendo la directora del proyecto la Ingeniera Liliana Fraigi (Intelligent Gas, 2018). Esta empresa, a pesar de figurar en el listado de las 18 que participaron en el PRIS Nanopymes, finalmente no participó en él, siendo reemplazada por Nanotica.

Liliana Fraigi comentó que este desarrollo fue realizado en 2001 y que, a raíz de eso, la empresa “se postuló para hacer un desarrollo con Nanopymes, pero después no se cerró creo”. Además, a pesar de que el desarrollo coincidió con la crisis política y económica de fines de ese año, “la verdad es que les iba muy bien” y que llegaron a vender mil detectores por mes. Finalmente, en medio de una visita a la empresa

en 2016, la investigadora comentó que “la situación estaba medio crítica” y que “Falleció el papá y estaban importando”, aunque ahora “mandan a armar las placas afuera, pero con su diseño. Yo lo que quería es que todo lo hicieran ellos” (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Por su parte, Lupi explicó la incorporación de Intelligent Gas en el Nanopymes, diciendo que fue “un humilde fracaso, porque no lo incluimos después, en el Programa no están” y que fue un error “porque yo los convoqué”. Luego precisó que mejoraron el detector desarrollado por el INTI, añadiéndole “la manguerita esa que permite olfatear el fósforo”. Por estos antecedentes, según Lupi, “era una empresa ideal porque el ingeniero fue alumno mío en la Facultad, un tipo muy emprendedor” y “le dije que seguro algo podemos hacer de nano”, aunque se acordó informalmente que fuera con el INTI. Entonces, dado que para el Nanopymes ya había dos o tres empresas que se presentaban al PRIS en compañía del INTI, no era posible para Intelligent Gas presentarse también con el INTI. Así, “A mí es un tema que me influye, porque sigo siendo del INTI. Creo que es injusto, si bien acá puede venir cualquiera, no puedo meter a todos los del INTI acá porque sería porque son mis amigos o que son los que conozco”, aunque según Lupi “Sucede que están muy cerca de las cosas prácticas”. Dado que Intelligent Gas se rehusó a presentarse al PRIS en conjunto con otro grupo, fue reemplazado del programa por otra empresa: “La verdad es que yo los enganché por ese lado del INTI” y eso finalmente “quedó en el papel original y nunca más se sacó” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Nanotica es la empresa que reemplazó a Intelligent Gas, una empresa de base tecnológica, spin-off del Laboratorio de Nanoencapsulación de la Universidad de Morón (UM), creado por Julio Laurenza con fondos de la FAN en 2014 –un Pre-Semilla– y de la Universidad, que inicialmente estuvo incubada allí mismo y se creó formalmente en 2015 con el fin de acceder al subsidio del Programa Nanopymes. Al momento de cierre de esta tesis –mediados de 2019- Nanotica estaba siendo incubada en las instalaciones de la FAN. El fin de Nanotica es disminuir las dosis de agroquímicos en los cultivos por medio de la creación de nuevos productos para

la industria agrícola utilizando nanovehículos a través de la nanoencapsulación de ingredientes activos, lo que se hace a pedido y acorde a las necesidades de cada cliente (Nanotica, 2018). Así, Nanotica desarrolla nanotecnología para mejorar el delivery de los principios activos de productos que protegen los cultivos, por ejemplo, a través de una serie de nanocápsulas para fungicidas, que permiten reducir la dosis en un 50%; o de óxido de zinc como fertilizantes, en las que se logran los mismos resultados con una dosis mil veces menor. En 2016, la empresa facturó 32.000 dólares.

Sobre su relación con la nanotecnología, su fundador explicó que “Es diferente a lo que trabajan otras empresas”, las cuales “crean nanotecnología, crean nuevos productos, pero yo no creo productos finales”. Detalló que lo que hace son “pruebas de concepto”, ofreciéndole luego a las empresas “la posibilidad de utilizarlo” y agregó que tiene varios productos, “algunos para superficies, otros que penetran, otros que aumentan la capacidad de liberación de activos”. Se trata de un servicio donde se hacen prototipos, donde “Primero se redacta la propuesta, se pasa un costo por el tiempo que va a demandar. Siempre es a pedido”, aclarando que existen algunos productos que se pueden comprar, “pero no es el fin”. En otras palabras, lo que hace Laurenza es el desarrollo de un prototipo “muy barato que suele durar entre 3 y 6 meses y los costos van desde 1200 a 1500 dólares por hacer todo el desarrollo que es encapsular ese activo, darle una función y diseñar el proceso industrial del prototipo” y posteriormente este prototipo les es entregado a la empresa solicitante, que realiza el testeo, evaluando “si funciona, si es efectivo, si los costos les dan y al final si les gusta y está buena para industrializar, yo se los produzco”. La ganancia de Nanotica “es la venta por kilo del producto final” (Comunicación personal con Julio Laurenza de Nanotica, 8/06/2017).

En cuanto a su acercamiento inicial a la nanotecnología, explicó:

> “Yo trabajé 10 años para la industria farmacéutica. Entonces cuando comencé a trabajar lo primero que hice fue apuntar a la industria farmacéutica […] me di cuenta que Argentina en farma no es un país muy desarrollado porque no invierte en nuevos desarrollos de nueva tecnología, siempre copia.

> El desarrollo farmacéutico desde cero de una droga nueva hoy ya puede llegar a costar 80 millones de dólares. Y en Argentina creo que el mercado entero vale 80 millones de dólares. Entonces no hay esa costumbre de invertir en nuevos desarrollos […] en agro sí, en agro somos potencia y en agro hay dinero, y en agro hay empresas que ponen mucho dinero para invertir y van a riesgo porque tienen dinero para hacerlo. Me di cuenta de que trabajar con empresas agro es mucho más redituable, están mucho más abiertas a la innovación y es mucho más agradable (Comunicación personal con Julio Laurenza de Nanotica, 8/06/2017).

Y añadió que en el marco del PRIS, "muchas capacitaciones se hicieron, eso estaba bueno. Traían gente de Europa, traían gente de todos lados" (Comunicación personal con Julio Laurenza de Nanotica, 8/06/2017).

3.6.1.6. Chemisa

Chemisa SRL fue creada en 1994, y desde 2001 se encuentra ubicada en el Parque Industrial "La Cantábrica" de Morón, en la provincia de Buenos Aires, donde reúne su planta de fabricación, sus oficinas administrativas, y sus laboratorios de control y desarrollo. Cuenta con 15 empleados y en los doce meses que van desde mediados de 2017 a mediados de 2017 facturó 1.500.000 dólares. Se trata de una empresa que se especializa en la fabricación de productos químicos para pre-tratamiento de superficies metálicas. En particular un fosfatizante que cumple la función de otorgarle al metal una protección anticorrosiva y darle una mejor adherencia a la pintura, que se aplica posteriormente sobre este fosfatizante, para que cuando los agentes atmosféricos pasen a través de los poros de pintura, no se encuentren directamente con el metal, sino con esta capa.

Sobre la relación de Chemisa con la nanotecnología, uno de sus socios fundadores, Mario Amitrano, explicó que se dieron cuenta "de que ya en Europa y Estados Unidos hay nanotecnología" y que, sin saber qué era, se preguntaron "¿Por qué no nosotros?". A partir de entonces, buscaron a "alguien para poder hacerlo aquí en Argentina", siendo su competencia "una sola empresa que estaba haciendo

productos nanotecnológicos", frente a lo cual dijeron "que vamos a ser los segundos". En principio, Chemisa hizo un contacto con una empresa norteamericana y luego "vino acá un representante, pero no llegamos a ningún acuerdo". Amitrano explicó que leyó en una revista que "en Italia había un producto nanotecnológico" y que vio "la maravilla que es", luego se comunicó con el autor de la nota, que le dijo "Vengase a Italia, Milán y lo llevo a visitar la fábrica para que usted vea con sus propios ojos cómo se usa este producto". Se trataba de la empresa Dollmar (Comunicación personal con Mario Amitrano de Chemisa, 30/05/2017).

La empresa italiana Dollmar SpA, desarrolla productos con base silánica, modificando su estructura química y adicionado otros reactivos. Los productos químicos de estas características están compuestos por oligómeros y nanopartículas a base de silanos, con diferente diseño molecular, lo que permite optimizar su operatividad y aumentar las características anticorrosivas del "paquete protector". La empresa Dollmar se convirtió en líder en la producción y comercialización de productos para tratamiento de superficies, con creciente éxito en toda Europa. En este contexto, Chemisa adquirió una licencia para producir en Argentina la última generación de su línea para el tratamiento nanotecnológico de superficies (Chemisa, 2018), frente a lo cual Amitrano reflexionó "¿Por qué la nanotecnología y no seguir con lo que estábamos haciendo? Porque la nanotecnología trae muchas ventajas".

Luego, el socio fundador de Chemisa detalló que "los fosfatizantes que se usan sobre los metales tienen una capa que a veces llega a un micrón o un micrón y medio" y que es importante que esa capa "sea una buena capa porque es una barrera contra la corrosión", dado que "los agentes atmosféricos pasan por los poros de la pintura y llegan hasta la capa fosfática y si fuera hierro, el hierro se oxida, empieza a generar óxido", extendiéndose después y oxidando toda la superficie del metal. En cambio, si el agente atmosférico se encuentra con el fosfato, se demora la llegada de la corrosión, aunque "Con el tiempo siempre llega la corrosión, el tema es si llega en un año, en 10 años o en 40" y la nanotecnología "lo que hace es darle

una capita de 20 nanómetros, muy finita". Las ventajas de este proceso, según Amitrano, es que, en primer lugar, se usa poca cantidad del producto "con lo cual resulta mucho más económico porque se gastan mucho menos productos químicos". En segundo lugar, "los procesos nanotecnológicos son a temperatura ambiente" y no requieren calor. Si se tiene en cuenta que "Los procesos tradicionales son en caliente, algunos a 60 grados, algunos a 80 grados", entonces con los procesos nanotecnológicos "al ser a temperatura ambiente hay un menor gasto de energía". En tercer lugar, se utiliza menor cantidad de agua en el proceso productivo "porque son productos que consumen muy poca cantidad de agua". Y la cuarta ventaja es "que no contamina al medio ambiente", considerando que en los procesos tradiciones se utilizan "varias piletas con mucha cantidad de líquido" que luego "hay que tirarlo porque eso se llena de grasa, se consume, se agota y cuando tenés que tirarlo tenés que tratarlo y eso también tiene un costo si se hace, y si no se hace es un gran perjuicio para el planeta". En suma, a través de la nanotecnología se dan todas estas ventajas: "Una ventaja técnica, produce una protección anticorrosiva y una adherencia a la pintura mayor, una ventaja económica, gastas menos producto y usas menos agua, y una ventaja ambiental". Estas ventajas atrajeron la atención de Amitrano y Dollmar nombró a Chemisa como su representante exclusivo en el Mercosur (Comunicación personal con Mario Amitrano de Chemisa, 30/05/2017).

Así, Chemisa firmó un convenio de exclusividad con Dollmar para importar silano, un producto para lograr buena adherencia de las pinturas a las superficies metálicas, pero ocasionando un menor consumo de energía y ahorrando costos. Sin embargo, este producto necesita de un aplicador que se llama nebulizador nanotecnológico. El desarrollo de este nebulizador lo llevó a cabo Chemisa a través de un Pre-Semilla de la FAN, que ya se está usando en algunas industrias. Al respecto, el socio fundador de Chemisa relató que, en 2010, en medio de una charla en Puerto Madero con el Director Técnico de Dollmar, entre el público estaba presente el presidente de la FAN, Daniel Lupi, que en un intervalo se acercó y le dijo "Lo que necesites para este proyecto, hablá conmigo". Así, la FAN convenció a la empresa de fabricar el nebulizador en Argentina: "Nos pusimos a fabricarlo,

hicimos el plano, todo un desarrollo del nebulizador y necesitábamos la plata para hacerlo" y fue la FAN la que les dio esa plata a través de un Pre-Semilla, que les permitió fabricar el nebulizador, quedando la relación formal con la FAN "de ir a eventos" (Comunicación personal con Mario Amitrano de Chemisa, 30/05/2017).

La efectividad del nebulizador pudo ser comprobada cuando éste fue instalado, por primera vez, en una empresa que hace luminarias. Amitrano explicó que "Las luminarias que están en las autopistas son de aluminio y les piden una cierta resistencia a la corrosión que se mide en horas de niebla salina" y agregó "¿Cómo sabes si es más resistente a la corrosión un lavarropas que una cocina? ¿Cómo lo medís? En horas de niebla salina. O sea, la cocina en esta niebla aguanta 300 horas sin oxidación, el lavarropas en el mismo ambiente aguanta 800 horas sin oxidarse. Las horas de niebla salina es la forma de medir la corrosión". Por tanto, la empresa de luminarias "tenía 300 horas de niebla salina normalmente" y en la reunión en Puerto Madero les había consultado si con el producto que tiene nanotecnología se podrían aumentar las horas de resistencia, con lo cual "Fuimos a verlos y les instalamos el primer nebulizador que les tenía que duplicar las horas, como mínimo". Chemisa trabajó con el CIDEPINT de la UNLP, dando como resultado 750 horas de niebla salina con este proceso, explicando que la empresa solicitante no podía presentarse a licitaciones "porque en la Costa el tiempo es más agresivo, entonces ahí les pedían 700 horas de niebla salina" y que finalmente, "con este proceso pudieron hacerlo y empezaron a vender más y gastaron menos plata". Aunque "después vino todo el bajón de la industria" y Chemisa tiene un nebulizador construido para una empresa en Córdoba que hace autopartes y "no lo podemos instalar porque los tipos están con poco trabajo" dado que "ya en 2015 y 2016 empezó a bajar mucho la industria" (Comunicación personal con Mario Amitrano de Chemisa, 30/05/2017).

Chemisa fue beneficiada por el PRIS, del Programa Nanopymes, con el objetivo de fabricar localmente el producto nanotecnológico a base de silano, que cumple la misma función que el fosfatizante, buscando sustituir importaciones: "Después tuvimos un apoyo en una segunda etapa para empezar a fabricar el producto en

Argentina” y es esa etapa “la que todavía estamos cumpliendo”, para lo cual Chemisa adquirió “un equipo reactor”. Amitrano precisó que “Hay un producto que sólo lo fabrican ellos [Dollmar], lo demás fabricalo vos en Argentina”. Así, “en vez de traer 500 litros de Europa, traigo 10 y lo demás lo hacemos todo acá”, para lo cual, “me dieron toda la formulación, excepto el producto que se guardan para poder venderlo. Entonces ya los gastos de importación son menores […] con lo cual, si bien dependemos igual, pero se gira mucha menos plata al exterior”. El aporte de la FAN, a través del Nanopymes para Chemisa fue ayudar “en la compra de un equipo para fabricar este producto y una pistola de rayos X para ver cómo quedaba la superficie del producto” (Comunicación personal con Mario Amitrano de Chemisa, 30/05/2017).

3.6.1.7. Prokrete

Prokrete Argentina, ubicada en el parque industrial de Tigre en la provincia de Buenos Aires, se dedica a la fabricación y comercialización de productos químicos para la construcción, como impermeabilizantes, aditivos para hormigón y mortero, selladores, morteros de reparación, anclaje y grout, pisos, revestimientos decorativos y pinturas industriales (Protex, 2018).

El investigador, perteneciente a un instituto de la UNLP, involucrado en el Nanopymes con Prokrete comentó que llegó un correo electrónico de CONICET “diciendo que había una empresa que quería innovar en el área de nanotecnología”, por lo que convocaron a la empresa, que fue al instituto, y en una reunión “plantearon lo que querían hacer y armamos un proyecto de Agencia. Lo presentamos y salió”. En ese momento, la FAN comenzó a administrar los PRIS y el investigador realizó la propuesta “de que la empresa Prokrete participe en estos proyectos PRIS”, lo que fue “una gran ayuda, porque pudimos avanzar rápidamente con la ayuda de la FAN” con equipamiento y con personal y fue “un gran impulso en ese proyecto de incorporar nanotecnología”. Luego el investigador precisó que a mediados de 2017 con la empresa estaban trabajando en un desarrollo, “Un recubrimiento para pisos” y en particular, para pisos industriales, “incorporando justamente nanopartículas de sílice”. Ese desarrollo “Todavía está en marcha

porque aplicamos a un PID", que son "proyectos donde debe haber una empresa o una institución que esté interesada en aportar capital y esta empresa estaba interesada":

> "Estos PID de la Agencia requieren que haya un producto en el mercado, o un prototipo o que termine con algo concreto y que se pueda salir al mercado con un producto concreto. De hecho, ya hicimos un desarrollo en uno de los productos que ellos comercializan, se ha hecho una prueba a escala planta piloto en la fábrica de la empresa. Se ha aplicado en el piso de la empresa, se lo ha ensayado durante cierto tiempo y el piso funciona bien. También estamos trabajando en otros productos […] en la implementación de la nanotecnología en otros productos de la empresa" (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).

Sin embargo, el director de Prokrete, el licenciado Juan Rosati, contestó que "No estamos más con este tema. Esos temas los seguía mi padre que ya no está más en la empresa" (Comunicación vía correo electrónico, 29/06/2017). Por lo que ambas versiones son contrapuestas.

3.6.1.8. Solcor

Solcor es una empresa ubicada en el partido de San Marín, provincia de Buenos Aires, que formula y fabrica pinturas industriales, arquitecturales y especiales a base de agua (Solcor, 2018). La empresa participó del PRIS en conjunto con el Centro de Procesos Superficiales del INTI. Un investigador de este centro comentó que la FAN administró "un proyecto en pinturas solares para calefactores solares", donde el objetivo fue que "absorba la mayor cantidad de calor y lo emita en la mínima cantidad de calor (sic)" y que "Los calefactores son a base de agua, no de solvente", agregando que para el proyecto les hacía falta un instrumento y que a través del Nanopymes, pudieron comprarlo (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Sin embargo, vía correo electrónico, desde el Departamento Técnico de la empresa respondieron que:

> “Lamento decirle que, no contamos con ningún proyecto de esa índole en marcha, si bien participábamos en el proyecto de pinturas selectivas, para paneles solares de INTI el cual estuve involucrado pero como asesor externo, por el cual no recibí ningún tipo de financiamiento de parte de las entidades que apoyan estos proyectos. El que si recibió es el INTI […]. Por otra parte ya no integramos este grupo” (Comunicación vía correo electrónico, 31/05/2017).

Por su parte, desde la FAN, su presidente comentó que entendía que “no llegaron a producirlo después” y que “Hace poco hablé con el investigador que es Carlos Moina” y que “Él como investigador, lo ve como un fracaso porque llegó a cosas, pero después no lo usaron. Hace poco me dijo, ahora que lo jubilan de allí, que tenía una idea de hacer una empresa para la pintura esa” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.6.1.9. Laboratorio Mayors

Laboratorio Mayors inicia sus actividades en 1991, ubicada en el partido de Lomas de Zamora en la provincia de Buenos Aires, comercializando desarrollos farmacéuticos en el mercado veterinario (Mayors, 2018). Su participación en el Nanopymes fue en conjunto con el Centro de Química del INTI, relación que se originó previamente en el marco de un Pre-Semilla otorgado por la FAN, con el objetivo de desarrollar collares insecticidas para perros.

Desde el INTI, la investigadora a cargo, explicó que “Fue el Pre-Semilla un año y el Nanopymes al año siguiente”, siendo el Nanopymes como una continuación del Pre-Semilla, dado que era el mismo proyecto. Además, fue un proyecto que “se derivó directamente del FONARSEC”, en el cual había participado el Centro de Química del INTI, objeto de análisis del próximo capítulo, dado que “cuando ellos vienen con la necesidad, digo ‘estamos trabajando con lo mismo, pero para otra aplicación’”. Desde Mayors pensaban en collares para perros y “algo que se libere usando nanotecnología”. La investigadora agregó que desde Mayors “no tenían un mango para subsidiar esto” y con el PRIS “vimos que había financiación posible”. Entonces,

para el centro del INTI fue “como cruzar las dos cosas y las reuniones pasaron a ser FONARSEC Pre-Semilla” ya que “lo que usábamos de tecnología para una cosa lo usábamos para la otra” y “Lo que difería era la calidad del material textil y el activo que usábamos, pero los conceptos y criterios generales eran similares”. En otras palabras, “Era la misma estrategia aplicada a dos cosas diferentes” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Sin embargo, según Hermida el desarrollo no llegó a buen término y hubo un “problema técnico” con los collares de perros, que “es que un activo dejó de funcionar, que alguna cosa pasó y las garrapatas no se morían” y que “No entendemos qué pasó”. Además, otro problema fue que en Mayors “fabrican jarabes, comprimidos y cosas así” y los “collares impregnados con insecticidas no sabían quién los podía hacer, porque el tipo que te corta los collares no tiene para impregnar insecticidas”. Desde el INTI confiaron en “que la empresa iba a rebuscársela y no”, se trata de “una empresa pequeña”. La investigadora agregó que el Gerente Comercial de Mayors, Arturo Kraglievich, “es una persona que va para adelante, pero se le complicó producirlo”, y esto se “combinó con que el proyecto Nanopymes no terminó de ejecutarse”. Es decir, desde la empresa necesitaban “la plata ya y los ensayos que precisábamos para el proyecto eran ensayos de campo y la factura la íbamos a tener seis meses después, y tenés que ejecutar ya, entonces nos quedamos sin el dinero”, así “ejecutaron lo ejecutable y lo no ejecutable se perdió”. Finalmente, Hermida explicó que “Esto además es una cuestión estacional, porque las pulgas y garrapatas aparecen en verano, o sea que teníamos que pasar el verano y no tuvimos el verano” y que la última traba que terminó de cerrar el proyecto fue “que apareció la píldora-pastilla contra pulgas y garrapatas, que está formulada como un bocadillo”, que “Cuando Arturo vio eso dijo ‘bueno chicos listo, ya es demasiado, yo no puedo seguir remándola. Esto es demasiada competencia. Ya no podemos’”. Por último, la investigadora reflexionó que todo el equipo estuvo muy entusiasmado porque “los primeros ensayos fueron tan contundentes y tuvimos perros sin garrapatas durante 4 meses” y que “Quien dice que por ahí lo podemos retomar” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

3.6.1.10. LH Plast

LH Plast es una empresa emplazada en la localidad de Las Higueras, Río Cuarto, provincia de Córdoba, que cuenta con 8 empleados y fabrica sellos hidráulicos, que son empaquetaduras o retenes que van dentro de los cilindros hidráulicos, usando materiales poliméricos con máquinas propias. Inicia su actividad en 2006, bajo iniciativa de dos jóvenes emprendedores (LH Plast, 2018). Su participación en el Nanopymes fue en conjunto con el grupo Grupo de Electrónica Aplicada (GEA) de la UNRC.

Un empleado de LH Plast explicó que existía una buena relación con la UNRC y que ahí hay "gente en investigación haciendo trabajos con nanotecnología". LH Plast vende un producto que es un "sello hidráulico, que llevaba un recubrimiento con disulfuro de molibdeno como un lubricante seco". En palabras del entrevistado, "se le aplicaba un recubrimiento a la pieza" que ensuciaba y "no era algo cómodo". Entonces, a través del PRIS, el GEA comenzó a "hacer un desarrollo con nanotecnología para incorporar ese lubricante a la pieza y que el producto conservara sus propiedades de fricción y de rozamiento" y además "consiguieron un equipo para hacer ensayos" y después de un tiempo "lograron encontrar una forma de sintetizarlo". Sin entrar en detalles sobre la parte técnica, el entrevistado comentó que lo que ahora hace la empresa es "incorporar ese disulfuro en la mezcla de la preparación del plástico", asegurándose "de que los clientes tengan el mismo producto con la misma aplicación", al mismo tiempo que se ahorran "una parte del proceso, que es toda la parte de pintado de la pieza, porque ese sulfuro hace la pieza más competitiva" (Comunicación telefónica con Gonzalo Castillo de LH Plast, 14/06/2017).

El mismo entrevistado agregó sobre el Programa Nanopymes que:

> "A nosotros no nos dieron nada de dinero, no hemos recibido nada. Nuestra vinculación era a través de la Universidad […] en el caso puntual nuestro funcionó y la verdad es que a nosotros nos sirvió. Lo que sí veo es que hay mucho desconocimiento en la sociedad de lo que es nanotecnología.

> Saliendo del sector científico y del sector empresario, el consumidor y el público final no conoce. De hecho, nosotros tampoco conocemos tanto de todo lo que es la nanotecnología y por lo tanto no le pudimos sacar el provecho desde el punto de vista comercial. Si yo le digo al cliente 'Mirá que nosotros lo hacemos por medio de un sistema que utiliza nanotecnología', no nos suma. No nos suma por el conocimiento del otro lado, no porque técnicamente no sirva. No se conoce. A mi criterio no está bien difundido, por lo menos acá en el Interior […]. A nosotros nos sirvió porque de parte de la empresa no hubo que hacer inversión y la verdad es que no fue costoso. Pero si hubiéramos tenido que invertir dinero en esto, probablemente no lo hubiésemos hecho. Porque no hemos tenido un beneficio desde el punto de vista comercial. Sí desde el punto de vista técnico porque el proceso de fabricación nuestro se vio optimizado, pero si hubiera sido con inversión propia, a lo mejor no se hubiese llevado adelante (Comunicación telefónica con Gonzalo Castillo de LH Plast, 14/06/2017).

También, Castillo destacó que "en líneas generales fue interesante" y que en la parte comercial "a veces ni lo mencionamos", porque los clientes comienzan a "pedir mucha más información y muchas veces dicen 'Yo quiero el de antes' y vos estás ofreciendo un producto mejor y superador, pero quieren el de antes". Frente a esto, añadió que en algunos casos esto sucedió, por ejemplo "nosotros antes lo fabricábamos con otro color" y al cambiarle solamente el color "algunas personas quieren el viejo, el de otro color, pero la propiedad es la misma". Por tanto, explicó que "No lo vendemos con el título de que se utiliza nanotecnología", aunque haber participado en el PRIS les reportó un beneficio, "pero desde el punto de vista que nos quedó el desarrollo", no desde el punto de vista económico. En ese sentido, "La empresa no se benefició con nada" (Comunicación telefónica con Gonzalo Castillo de LH Plast, 14/06/2017).

3.6.1.11. Silmag

La empresa Silmag tiene su planta productiva ubicada en la localidad de Las Higueras, Río Cuarto, provincia de Córdoba, y produce y vende productos

biomédicos en América Latina y Asia. Cuenta con alrededor de 150 empleados y posee representantes oficiales a nivel internacional (Silmag, 2018). En el PRIS-Nanopymes participaron en conjunto con un instituto de la UNRC, buscando desarrollar catéteres biomédicos más asépticos, a través de la cobertura de una capa de nanopartículas de plata sobre estos.

Sobre el desarrollo del proyecto, el gerente de Administración y Finanzas de Silmag comentó que el trabajo comenzó con un grupo perteneciente a la Facultad de Química de la UNRC, que empezó a hacer estudios y "ellos tenían todos los equipos y demás", mientras que la empresa brindó a "la gente de laboratorio para hacer el trabajo". El objetivo fue, en palabras del entrevistado, "tratar de sintetizar un producto, con la nanopartícula de plata puntualmente, cosa que después nosotros podamos bañar los catéteres con ese producto y así darles un valor agregado a nuestros productos". Con esa incorporación en su proceso productivo, los productos de Silmag "Iban a ser mucho más ideales para la venta, porque iban a ser mucho mejores a los que actualmente están en el mercado". La investigación se desarrolló durante "dos o tres años" y "firmamos un contrato marco como para darle formato a todo esto, porque yo también como empresa quería estar tranquilo de que lo que estaban desarrollando no se lo iban a vender a mi competencia". En la investigación, el CONICET financiaba a los doctores. El entrevistado manifestó que en ese punto de la investigación se puso a investigar "un poco sobre lo qué es la nanopartícula puntualmente" y "qué aplicaciones tenía":

> "Y me encuentro con que en Europa hay un apósito, una curita, que en la parte que entra en contacto con la piel tenía nanopartículas. Y la Unión Europea lo prohibió. ¿Por qué lo prohibió? En un comunicado, en un paper que emite la UE a nivel mundial junto con FDA [Food and Drug Administration], los tops de las normas. Nosotros nos apoyamos mucho en normas porque vendemos productos médicos, sino no nos habilitan el producto. ¿Por qué lo cancelaron? ¿Cuál era la causa? Porque no se sabía cuál era el efecto que tenía en el ser humano la nanopartícula. Me encuentro con esa sorpresa. Esto fue hace un año y algo atrás […] ante esa duda dije

> ‘Voy a sintetizar la nanopartícula, la voy a aplicar a mis catéteres y no sé si me lo van a autorizar’. Entonces, ¿para qué estoy invirtiendo y moviendo personal mío y de la Universidad para algo que no sé si me lo van a autorizar? No está aprobado. Y la verdad es que nosotros somos una empresa muy chica. Somos una PyME de 160 empleados, si bien el 30% lo exportamos a Latinoamérica y estamos creciendo mucho, pero la verdad es que no tengo estructura para soportar una investigación de ese tipo […]” (Comunicación telefónica con Gustavo Siso de Silmag, 9/08/2017).

Por tanto, Siso asistió a una reunión con los investigadores, a la cual iba “decidido a dar de baja el proyecto”. Sin embargo, se encontró con la noticia de que en la UNRC ya habían sintetizado la nanopartícula de plata y la preocupación del entrevistado fue que “esta gente ya había sintetizado la nanopartícula de plata” y les “tenía que decir que no quería seguir más con el proyecto”:

> “[…] todas las aplicaciones hasta ese momento que habían sido exitosas con nanopartículas de plata habían sido en ropa, en ladrillos, en pinturas. Nada orgánico […]. Entonces digo ‘No, esto para nosotros no va’ […] cuando viene el CONICET les tiro esto en la mesa y me encuentro con la sorpresa de que en la Universidad no habían sintetizado nanopartículas de plata. Habían sintetizado iones de plata, que era el paso anterior. El ion de plata está autorizado para utilizarlo en medicamentos. Es más, en medicamentos que son de crema se usa y tiene efectos sobre las heridas, sobre la piel y son muy buenos. Pero no nanopartículas de plata […]” (Comunicación telefónica con Gustavo Siso de Silmag, 9/08/2017).

Entonces, por decisión de Silmag el proyecto fue discontinuado, según Siso, “lamentablemente porque los doctores en química habían trabajado mucho sobre este tema”. Fue por una cuestión económica de la empresa “porque no nos da el cuero para bancar semejante investigación y probar lo de que de acá a 10 años surge efecto”. Desde la empresa se decidió esperar que alguien más realice la investigación y que diga “si anda bien y se puede utilizar y en qué y ahí veremos si hacemos la aplicación o no”, porque “Yo quiero lucrar con esto, cuando invierto en

una investigación es porque quiero lucrar” y, en este caso, “no sabíamos cuando íbamos a tener un retorno y no nos daban los números para hacer el retorno económico”. Explicó que, al tratar con una empresa, “la empresa tiene un horizonte de plata”. Por último, agregó que “Si el día de mañana yo me entero que puedo bañar los catéteres con nanopartículas de plata, de cobre o lo que sea, son los primeros a los que voy a ir a buscar. Sé dónde ir a golpear la puerta” (Comunicación telefónica con Gustavo Siso de Silmag, 9/08/2017).

3.6.1.12. Lipomize

Lipomize es una empresa de base tecnológica incubada en el Parque Tecnológico del Litoral Centro (PTLC) y originaria de un proyecto de pre-incubación en la UNL, en la provincia de Santa Fe, que surge formalmente en mayo de 2012 y que cuenta con aproximadamente diez empleados en distintas áreas, como producción, I+D, administración, contable y comercial. La empresa desarrolla insumos liposomales a pedido, enfocados en las necesidades de la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia y cuenta con tres líneas de productos y una de servicios. Los liposomas, que son nanopartículas en forma de esferas huecas que permiten transportar diversos componentes en su interior, son utilizados como insumos para productos cosméticos, para productos nutracéuticos –como la elaboración de suplementos dietarios– y para desarrollos farmacéuticos. Lipomize también realiza consultorías en gestión de proyectos de desarrollo de productos liposomales (Lipomize, 2018; Cagliani, 2013).

La ventaja del encapsulamiento de un ingrediente en particular es que el liposoma penetra mejor en la piel, por ejemplo, el ácido hialurónico. Así, en el caso de una crema, con menos cantidad, se obtiene un mejor resultado porque todo el producto termina siendo absorbido por la piel y no sólo una parte. Por su parte, en los suplementos dietarios, el liposoma introducido en una bebida aumenta la biodisponibilidad y aumenta la absorción, enmascarando el sabor y protegiendo a los ingredientes para que los ácidos del organismo no los destruyan, como el caso del hierro. El modelo de negocios de Lipomize, basado en la especialización de los liposomas hechos a medida, cuenta con una línea propia para cosmética y para

nutracéutica, esta última bajo la marca de Nutranova, que salió en 2015. La compañía exporta casi el 30% de su producción a diez países de Asia Pacífico, Medio Oriente y Europa, entre los que se encuentran España, Polonia, India, Vietnam e Irán (Catalano, s/f). Lipomize invierte alrededor del 5% en I+D de su facturación anual, que en 2016 fue de 5 millones de pesos.

Según Juan Manuel Peralta, socio fundador de Lipomize, "los cinco socios tenemos diferentes formaciones".[148] Hay dos científicos, un administrador de empresas, un contador y un especialista en proyectos industriales. El capital inicial lo aportaron los socios y la FAN. Y "posteriormente obtuvimos algunos premios y aportes del Ministerio de Industria, la Secretaría de Estado de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Santa Fe y un subsidio para la formulación de proyectos ANR del Ministerio de Ciencia" (Cagliani, 2013).

Uno de los socios fundadores de Lipomize, explicó que la creación de la empresa proviene del encuentro de un grupo de personas en el 2010, en el marco de una jornada de jóvenes emprendedores de la UNL, en las cuales los grupos de emprendedores "muestran su idea de negocio o su plan de negocios si está más avanzado, con números e investigación de mercado y demás". Según relató el entrevistado, en esa jornada se encontraron "los primeros integrantes del grupo", cada cual terminando su carrera universitaria y "con la intención de formar un equipo interdisciplinario y tratar de llevar adelante un proyecto de base tecnológica". El grupo de emprendedores comenzó a trabajar en 2011 y se pre-incubaron en un gabinete de emprendedores, el Gabinete de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, que "sería como un espacio tipo biblioteca donde uno va a estudiar, hay un espacio más chiquitito que tiene PC, teléfonos y demás, como una oficina", donde uno puede "optimizar sus tiempos muertos o usarlo como lugar de reuniones para empezar a redactar un proyecto". Por ese entonces, en palabras del entrevistado, "empezamos a hacer relaciones con la UNL, también empezamos a tantear a la FAN" y, por otro lado, al grupo de emprendedores se incorporó "otra

[148] Los cinco socios son Juan Manuel Peralta, Alejandro Barbarini, Alcides Nicastro, Martín Díaz y Fernando Bertolin (Herrera, 2016).

persona que fue de los socios fundadores". Se trató de un biotecnólogo que "estaba trabajando su tesis doctoral en Ciencias Bilógicas el tema de los liposomas, tecnología liposomal" y fue esta persona, la que trajo la idea y "empezamos a trabajar con esa tecnología de liposomas" (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

En el 2012 y con un Pre-Semilla de la FAN, pudieron comprar "los primeros insumos y el primer equipamiento" para el emprendimiento. Además, según Díaz, "Obtuvimos algunos premios importantes que nos permitieron fondearnos y armar un cúmulo de dinero", dado que en aquel momento "no teníamos mucho dinero para invertir", con lo que el dinero obtenido de los premios les permitió hacerse con una suma "muy importante para ese momento para arrancar con la actividad y fundamos la SRL en el 2012". En un principio, los socios fundadores tenían "la idea de hacer desarrollos farmacéuticos con la tecnología de liposomas, pero en el mundo farmacéutico los tiempos son muy lentos" y "Son negocios que no se hacen del día a la noche", por lo que fueron encontrando otras dos unidades de negocios. Una de estas unidades son los ingredientes cosméticos, aunque Lipomize no vende productos finales cosméticos, sino que compra materia prima cosmética y mediante un proceso genera los liposomas. La otra unidad es la nutraceutica: "Empezamos a desarrollar, elaborar y vender ingredientes para formulaciones cosméticas con liposomas y, de igual manera, empezamos a hacer lo mismo hace varios años en lo que es nutraceutico" en suplementos nutricionales bebibles, que son productos alimenticios. Se trata de "suplementos que uno toma una pequeña dosis por día como si fuera un jarabe y cada uno de estos productos tiene una función particular". Díaz además agregó que "el trabajo más importante que estamos haciendo en nutraceutica tiene que ver con los servicios a terceros". En esta unidad Lipomize tiene una línea de marca propia llamada Nutranova, que ofrece siete productos distintos. Desde el inicio de actividades de Lipomize, la empresa trabaja con la nanotecnología a través de los liposomas que sirven para encapsular distintos ingredientes, aunque la gran innovación de esta empresa, según el entrevistado, "no tiene que ver con el liposoma en sí mismo, sino que el modelo más interesante de Lipomize es la innovación a nivel modelo de negocios, ya que la idea de Lipomize

fue montar una plataforma tecnológica para dar respuesta a distintas industrias". Así, "En ese sentido sí, Lipomize es la primera empresa argentina especializada en tecnología liposomal para las industrias" (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

Lipomize también recibió un Semilla de la FAN y posteriormente el PRIS del Programa Nanopymes. Sobre el Semilla, Díaz explicó que es un "dinero más grande" respecto de la etapa previa, el Pre-Semilla, "que en ese momento rondaba entre los 300 mil y los 500 mil pesos". Y añadió que "Eso no te lo dan así nomás" y que "hay un ida y vuelta más fuerte". Además, se firmó un acuerdo "en el cual después de un determinado período teníamos que empezar a pagar royalties por el 1% de los productos más vendidos en Argentina sin IVA". El entrevistado explicó que fue una inversión hacia la empresa y que "creo que fue en el 2013 y creo que durante cuatro años hacemos un pequeño aporte trimestralmente a la FAN fruto de ese contrato" (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

En cuanto al PRIS, según Díaz, se trató de un gran aporte para la empresa. "Para nosotros la experiencia fue excelente", tanto "por el monto de dinero que se manejaba" como "por la manera en que se ejecutó". Destacó que "Fue muy ejecutivo" y que fue "muy rápido en cuanto a la realización, en cuanto a la presentación a la convocatoria y después cuando se empezaron a ejecutar los fondos". A través del PRIS, en primer lugar, Lipomize pudo adquirir "una serie de equipos para desarrollo y para producción que de otra manera no lo hubiésemos podido comprar". En segundo lugar, otro de los beneficios del PRIS para la empresa fue poder contar, durante 18 meses, con tres asistentes técnicos elegidos por la misma empresa, lo cual fue importante para Lipomize, dado que "cuesta mucho lo que es el desarrollo, la venta" y "poder reinvertir lo que ingresa para poder crecer y dar un salto". Así, durante esos 18 meses "estuvimos prácticamente subsidiados porque tuvimos tres personas trabajando que firmaron un contrato con la FAN por el PRIS y recibían un pago mensual por trabajar en Lipomize" y, una vez terminado el programa, "de manera paulatina fuimos incorporando a estas personas y actualmente esas tres personas son empleados de Lipomize en relación de

dependencia”. Poder contar con esos tres asistentes técnicos permitió a Lipomize “darle una aceleración a una estructura de trabajo y a una estructura de empresa”. En tercer lugar, “el PRIS también nos permitió participar de dos ferias comerciales que eran en Europa”, dado que el programa era financiado por la UE. La participación en estas ferias, según Díaz, fue “súper interesante” porque una de las dos se enfocó en la temática de ingredientes cosméticos y la otra en ingredientes nutraceuticos, “que es justamente lo que hacemos nosotros”. El entrevistado reflexionó sosteniendo que “ese tipo de ferias te permite […] detectar potenciales proveedores, potenciales clientes, entender cuáles son las tendencias del mercado, cómo uno comunica lo que está haciendo, desde todo punto de vista” y que “En esas ferias que son bien segmentadas uno termina de entender un montón de cuestiones que son propias del negocio” (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

En último lugar, dentro de la plataforma Nanopymes, aunque sin ser parte del PRIS, sino que era “otro programita que tenía que ver con asistencia profesional altamente calificada europea”, Lipomize realizó una solicitud para “tener un especialista en microbiología, presentamos al candidato que era un escocés y nos aprobaron la propuesta y durante una semana vino un escocés solamente a Lipomize y especialmente”. Entonces, “el tipo viene como un especialista y te dice ‘Esto que estás haciendo está bien. Esto está mal’, en base a los recursos que tenemos”. Este especialista “nos trasmitió todo eso y capacitó a los chicos del área de calidad en un montón de cuestiones microbiológicas de manera intensiva durante una semana que estuvo pura y exclusivamente a disposición nuestra”, lo que tiene “un valor agregado que es difícil de dimensionar”. Como balance final del PRIS, el entrevistado reflexionó que la experiencia “fue de aceleración”, posibilitándole a Lipomize “el acceso a recursos llámese humanos, equipamiento y recursos para hacer los viajes y participar de ferias, con stand propio en un caso, chiquitito, pero stand al fin”. Así, en sus palabras: “Por ahí se lo puede resumir con esa palabra: aceleración. No hubiésemos crecido de la manera que crecimos sin esa plataforma Nanopymes. En especial, sin el PRIS” (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

3.6.1.13. Penta

La empresa Penta, ubicada en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, inicia sus actividades en diciembre de 1976, con el fin de fabricar y comercializar equipos electrónicos de control, orientándose paulatinamente hacia la fabricación de detectores de metales para control de calidad y protección de máquinas. Desde 2004, Penta es líder en el mercado argentino de detectores de metales, exportando a más de diez países. Según información en su página web, “Una constante política de reinversión en desarrollo e innovación tecnológica le ha permitido ampliar su oferta de equipamientos, incorporando sistemas que combinan detección de metales, pesaje dinámico, dosificación y envasado” (Penta, 2018).

Su participación en el PRIS se enfocó en “el diseño de un chip”. En palabras de Lupi, dado que Penta hace detectores de metales en alimentos, “entonces el desarrollo de la nanotecnología y microelectrónica fue una bobina”. Penta realizó “todo el sistema mecánico” y luego el chip lo diseñaron en conjunto con “la gente de la Universidad del Sur”. De esta forma, “Lo hicieron y mandaron a hacer los prototipos de los chips a Estados Unidos y tengo entendido que lo están usando” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.6.1.14. UGA Seismic

La empresa UGA Seismic está ubicada en San Nicolás, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y brinda servicios integrales en materia de adquisición de datos sísmicos y monitoreo de fracturas para la industria de gas y petróleo. Fue fundada en 1992 por un grupo de geofísicos, ingenieros y técnicos provenientes de YPF (UGA Seismic, 2018). Sobre la participación de esta empresa en el PRIS-Nanopymes, una investigadora del INTI que estuvo involucrada en el proyecto explicó que el INTI consiguió una empresa adoptante “vinculada a detección de petróleo” con la cual desarrollaron el prototipo de “un acelerómetro que creo que al final la empresa no lo está fabricando”. La entrevistada explicó que UGA hace servicios de “prospección de suelos para detección de petróleo” y “Operan en kilómetros y lo que hacen es hacer vibrar o con explosivos o con camiones especiales, impactan sobre el piso, ponen acelerómetros a través de toda un área

determinada y miden cómo la onda auditiva avanza". De esta manera, de acuerdo a "la respuesta que ellos reciben de ese impacto, cómo rebota en el piso y cómo llega a la superficie, detectan si puede haber reservas de petróleo". Los sensores utilizados son caros y la empresa tiene que "importarlos completamente", por lo cual el Nanopymes "era una oportunidad". El PRIS consistió en "producir eso localmente y no avanzó" porque fue "muy poco tiempo y tenías que tener el resultado". El proyecto terminó con el prototipo en laboratorio "pero no se hizo la prueba en campo", aunque "La prueba en laboratorios anduvo bien". No se llegó a un prototipo preindustrial (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Mientras que Daniel Lupi agregó que se llegó al prototipo del chip "pero después eso estaba vinculado a que Y-TEC y los de YPF se movieran" y en ese momento "vino una crisis que lo echaron al que estaba a cargo y entonces esta empresa que es privada perdió los contactos y después no siguió eso", por lo cual "el aparato físicamente está hecho, pero ahí habría que volver a buscar alguna empresa o volver a lo de UGA si cambia el mercado". Lupi explicó que esto se relaciona con la parte nanotecnológica, a lo que hay que "acoplarle una parte de software", con el cual "saben cómo es abajo y si eso que hay ahí es agua o petróleo". Desde UGA "lo que se hace es poner muchos sensores, juntar toda la información por computadora y después usarla". El presidente de la FAN comentó que "Cada sensor de esos vale como 10 mil dólares", por lo que si se llegaba a hacer localmente "era un buen negocio porque se vende mucho", pero "para UGA no hay mercado, ahora no lo quieren hacer" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.6.1.15. LiZys

LiZys es una empresa de base tecnológica, surgida como una spin-off de un grupo de Investigación en Nanomagnetismo de la CNEA-CAB, fundada en 2015 por dos socios emprendedores –los doctores Roberto Zysler y Enio Lima Junior–, a raíz de un desarrollo de nanopartículas con propiedades magnéticas para utilización en casos de desprendimiento de retina. LiZys desarrolla soluciones para la industria y

la investigación en bio-nano-medicina utilizando a nanopartículas magnéticas. Se encuentra ubicada en San Carlos de Bariloche, en la provincia de Rio Negro.

La empresa diseña, fabrica y comercializa nanopartículas magnéticas funcionalizadas y nanomateriales magnéticos compuestos a pedido, para distintas aplicaciones, desde desarrollos biomédicos, como kits de diagnóstico, identificación/separación magnética de moléculas y células específicas, a remediación ambiental. También ofrece consultoría y servicios en proyectos o acciones en los campos del magnetismo y nanomagnetismo (LiZys, 2018).

3.6.1.16. MZP

MZP es una empresa de base tecnológica surgida en el Instituto Balseiro, nacida en 2010 a partir del desarrollo de un dispositivo de diagnóstico médico para medir la viscosidad de fluidos, aunque legalmente conformada como empresa en 2016. MZP se encuentra ubicada en San Carlos de Bariloche, en la provincia de Río Negro, y fue creada por iniciativa de un equipo de tres doctores en física –Hernán Pastoriza, Darío Antonio y Nadim Morhell– calificados en las áreas de microfabricación, electrónica, dinámica de fluidos y medicina.

La empresa diseña, fabrica y comercializa equipos de diagnóstico clínico portátiles basados en microtecnología y sistemas integrados, cuyo primer desarrollo fue el microviscosímetro (MZP, 2018). Se trata de un microsensor de viscosidad sanguínea que detecta problemas circulatorios en bebes, cuyos primeros prototipos se realizaron en la Sala Limpia del CAB. En concreto, el producto logra medir la viscosidad de la sangre de bebés con una gota de muestra, aportando información para prevenir y monitorear diversos problemas circulatorios asociados a la hiperviscosidad sanguínea en neonatología. El dispositivo es un microchip de un centímetro cuadrado fabricado con técnicas de micromaquinado, compuesto por estructuras micrométricas donde se mide el movimiento del líquido que se quiere analizar. Para llevar a cabo este desarrollo, el equipo contó con diversos subsidios, entre ellos un Pre-Semilla de la FAN en 2013 y otro del Programa Nanopymes, el PRIS. El último subsidio que recibieron fue un Empretecno 2013, perteneciente a la

ANPCyT, en el que se conformó un consorcio público-privado entre CNEA, el CONICET e INVAP.[149]

3.6.1.17. Ceprofarm

Ceprofarm es una Plataforma Tecnológica integrada por equipamiento, infraestructura específica y personal especializado, enfocada en la investigación y el desarrollo de fármacos nano o microestructurados a escala piloto-productiva y que, además, presta servicios de escalado piloto a laboratorios y centros de I+D. Se encuentra ubicada en la localidad de Santa María de Punilla, en la provincia de Córdoba. Su Consejo Asesor Científico cuenta con expertos en nanotecnología y biotecnología, pertenecientes a CEPROCOR (Centro de Excelencia en Productos y Procesos Córdoba) y CONICET (Ceprofarm, 2018).[150]

La plataforma tecnológica Ceprofarm tuvo origen en un Empretecno de 2013 que involucró al CONICET y el CEPROCOR, financiado por ANPCyT. Sobre el tema, un investigador de CEPROCOR/CONICET relató que en el CEPROCOR hace 20 años que vienen trabajando en "controles de calidad y desarrollos en otras áreas para el sector de salud, medicamentos, tecnología médica, fármaco-veterinaria, cosas relacionadas". Sobre la necesidad de creación de Ceprofarm, el entrevistado explicó que "Una de las cosas que vimos es que cuando uno hace un desarrollo a escala de laboratorio, después pasarlo a escala productiva, hay en el medio una etapa que es la escala piloto" y en Argentina "Hay una carencia de plantas de ese tipo". Por tanto, "Cuando tenés que saltar de la escala de laboratorio a la escala productiva, en algunos casos tenés que alquilar una planta farmacéutica completa para hacer lote piloto", lo cual hace que "el costo para la empresa que está haciendo el desarrollo sea altísimo". Así surge "este nicho que es tener esta planta", donde la idea fue "Poder avanzar en los desarrollos demandados por alguna empresa

[149] Para más información ver: http://www.ib.edu.ar/comunicacion-y-prensa/noticias/item/695-viajaron-a-la-singularity-university-para-potenciar-una-idea-innovadora-en-salud.html (Consultado el 23/07/2018).

[150] CEPROCOR es un centro científico-tecnológico dedicado dependiente del gobierno provincial, dedicado a brindar servicios de laboratorio, ejecutar proyectos de investigación, desarrollo e innovación en productos y procesos, que además actúa como Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT). Para más información ver: http://ceprocor.cba.gov.ar/ (Consultado el 20/07/2018).

farmacéutica, en una etapa más que sería no solamente hacer el desarrollo a escala laboratorio, sino poder hacer los lotes piloto". Por esto, "le pasamos a agregar piloto/productiva". El proyecto Empretecno de 2013 en nanotecnología fue para "hacer una planta piloto productiva de medicamentos en nano o microestructuras" (Comunicación telefónica con Ismael Bianco de CEPROCOR, 2/08/2017).

Bianco agregó que la parte de desarrollo de la planta "todavía no está terminada porque es muy complejo", dado que "Es una planta farmacéutica chiquita y hay cosas que no vienen hechas y hay que hacerlas especialmente para la planta", pero "estamos muy avanzados ya con la obra". Se trata de "un laboratorio farmacéutico, porque no existe la figura de planta piloto en la ANMAT". Además, esta planta puede "hacer producción pública para hospitales públicos o para el sector público o incluso alquilar la planta o hacer algún convenio con alguna empresa privada en la cual nosotros le produzcamos a fasón para la empresa privada", o "si la empresa privada tiene un *know how* que es secreto, le podemos en los espacios que tenemos libres de la planta alquilarles la planta y que ellos la usen bajo nuestra supervisión". Luego el investigador agregó que un paso importante fue que la unidad farmacéutica de CEPROCOR, el Ceprofarm, "ha sido invitada a participar de la Red Nacional de Laboratorios Públicos de Producción de Medicamentos reciente" dado que "El presidente de CEPROCOR firmó la adhesión a la ANLAP [Agencia Nacional de Laboratorios Públicos]" y en ese marco "aparecen algunas demandas, ya desde el Estado nacional" (Comunicación telefónica con Ismael Bianco de CEPROCOR, 2/08/2017).

Sobre la participación de Ceprofarm en el PRIS, comentó que el Empretecno fue el antecedente para después calificar para el Nanopymes, porque gracias a eso "ya calificamos como PyME para el Programa Nanopymes". A través del PRIS "recibimos un equipo que vale como 60 mil euros, que es un analizador de tamaño de partículas" y además tuvieron la posibilidad de "ir a España a reunirnos con otros grupos potenciales destinatarios, clientes o socios del emprendimiento" y de participar dando charlas en "varias rondas del Nanopymes", donde la primera fue

para presentar el proyecto y otra fue para presentar el avance de la obra (Comunicación telefónica con Ismael Bianco de CEPROCOR, 2/08/2017).

3.6.1.18. Jenck

La empresa Jenck se creó en 1989 en Colegiales, CABA, y comercializa equipamiento importado para laboratorios de control, procesos, principalmente en industrias, y además ofrece un servicio integral a las empresas e instituciones que utilizan instrumental analítico en sus laboratorios y en sus controles de procesos. Estos servicios incluyen el asesoramiento previo a la adquisición del instrumental, su provisión e instalación, la capacitación del personal, el soporte técnico para el desarrollo de métodos analíticos, la calificación y certificación de instrumentos con patrones trazables y el servicio técnico de mantenimiento preventivo y reparaciones. La empresa cuenta con más de 70 profesionales, entre los cuales hay químicos con diferentes especialidades, ingenieros y técnicos en electrónica, electromecánica y sistemas, además del plantel administrativo (Jenck, 2018). Jenck participó en el Nanopymes, con un grupo de CNEA, a través de un emprendimiento dedicado a producir un sustrato nanoestructurado que permita el análisis y detección de arsénico en aguas naturales, con métodos más simples y rápidos.

Sobre su relación con la nanotecnología, el director técnico de la empresa comentó que algunos de los equipos que vende la empresa se relacionan con la industria “y alguna parte de eso está relacionada con lo que es la nano y microtecnología”. Sobre la empresa explicó que inicialmente había un Departamento de Investigación y Desarrollo “enfocado en poder brindarles a nuestros clientes soluciones innovadoras, quizás a partir de armar instrumentos, armar algunos accesorios, armar software que por sí mismos no existían”, aunque “Si uno compara el volumen de esa actividad frente a lo que es la importación de equipos y demás, es pequeño” pero “sí hay margen, cada vez que hay algo raro o un cliente no es que necesita un equipo, pero necesita una forma de generar la solución a su problema, se lo tratamos de dar con este tipo de expertise”. Ahora bien, en particular en nanotecnología “hay una técnica analítica que nosotros mejoramos en un equipo portátil, que se llama Raman, que lo que permite es poder generar la detección de

sustancias en baja concentración en matrices complejas". Entonces, "Mejoramos mucho lo que es desempeño del equipo en sí" y bajo ese concepto, en una parte ambiental, surgió el proyecto para el PRIS, el cual "era tratar de ver si podíamos determinar con esa tecnología arsénico en campo" (Comunicación personal con Fernando Iñón de Jenck, 11/07/2017).

De esta manera, Jenck buscó a través del componente PRIS "Poder generar pequeños sustratos, como si fuese una plaquita en donde el agua se pone en contacto y con ese tipo de tecnología el arsénico permitiría detectarse en bajas concentraciones". Iñón aclaró que "La parte de la generación de los sustratos, el tipo de nanopartículas que permitiese actuar en estos equipos, esa parte estuvo siempre" y que "Lo que falló de alguna manera y que no fue exitoso es que eso pueda servir para lo que era arsénico particularmente". Al respecto, explicó que "Hay situaciones en que por determinar algo que contamina, en realidad la forma en que lo determinás quizás contamina más, no en volumen, pero se usan químicos que son contaminantes". Entonces, el proyecto "Fue exitoso para generar este tipo de sustratos de una forma relativamente sencilla, pero que no sirve para el fin inicialmente previsto, que era el arsénico", aunque no "llegó al mercado". La falla fue química y "Se podía lograr detectar obtener un mejoramiento en la señal a concentraciones en donde realmente el arsénico no es interesante buscarlo como un propósito ambiental" (Comunicación personal con Fernando Iñón de Jenck, 11/07/2017).

Así, a partir de este resultado en el PRIS la empresa buscó "seguir con este tipo de sustancias –de sustratos– pero más afín a lo que es la parte de narcóticos". Jenck provee "esos equipos localmente comprados de afuera, entonces no habría demasiado inconveniente en poder fabricar una situación similar localmente", además "Creemos que la tecnología esta sería más barata que la que actualmente vende la casa matriz y nosotros distribuimos localmente". Consultado sobre los beneficios que recibió la empresa del PRIS, el entrevistado comentó que "los fondos fundamentalmente iban para la parte estatal" –el grupo de CNEA– y que "Todo lo que fue equipamiento, plata y demás estuvo muy asociado a poder fortalecer las

capacidades de la parte académica como para poder generar la tecnología", mientras que Jenck puso a disposición recursos humanos "para hacer pruebas en laboratorio" y su "expertise en la parte más bien analítica de probar los sistemas, tratar de ver alternativas que podrían terminar comercializándose". La empresa se manejó con equipos propios, considerando más importante "dotar con equipos para ciertas pruebas y demás a la parte pública". En síntesis, el balance fue positivo y el programa le permitió a la empresa "estar más cerca del proceso de fabricar algo y todavía lo vemos factible". Así, planean seguir probando en otra área que "parece que es mucho más fácil de implementar". En palabras de Iñón "Hubo como un error inicial del planteo del proyecto, quizás meterse en un tema ambiental fue un error nuestro" y "De la parte de lo que es capital humano e investigación uno siempre se enriquece mucho, no tanto uno personalmente, sino el grupo nuestro de químicos de la problemática y demás", aunque "para llegar a una parte productiva falta, pero es muy positivo" (Comunicación personal con Fernando Iñón de Jenck, 11/07/2017).

Desde CNEA, el investigador involucrado en este proyecto comentó que este "fue una especie de escopetazo, donde se compraron muchas cosas", aunque con Fernando Iñon "queríamos hacer otro tipo de cosas, pero no andaba mucho lo que queríamos hacer. No anduvo". Y agrega:

> "¿Qué quedó de ese proyecto? De ese proyecto quedo una de las chicas que empezó a trabajar ahí, está haciendo su tesis de eso, financiada por CONICET […]. Es un recurso humano de altísima formación. Está trabajando en CNEA […] trajimos un investigador de afuera, mientras compramos equipos, fuimos probando y parece que están funcionando […]. Se genera comunidad con estos proyectos. A Jenck no le interesó, Fernando quería vender esa línea, al final no era algo tan útil lo que habíamos encarado. Es una empresa, tiene un proceso muy corto también, eran 18 meses, de los cuales 12 los dedicamos a comprar. Hay un problema muy grave en el Estado, de altísimos costos de importación, altísimos costos de tiempo […]. El nudo del problema no es lo técnico y lo científico, sino es el acceso a poder hacer las cosas de manera eficiente y hacer la infraestructura de manera

eficiente y rápida. Nosotros formamos recursos humanos y está muy aceitado el tema de formación de recursos humanos. Pero no tenemos manera de acceder rápidamente a infraestructura, porque si vos trabajas con la industria tenés que acceder rápido a infraestructura. No puede ser que en un proyecto como el Nanopymes, de los 18 meses de proyecto, 12 meses se gasten en planificación, las firmas, etc. Llegó el equipo, cuando llegó el equipo nadie sabe para qué sirve. Ya se fue el tiempo" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

3.6.2. Resultados oficiales

Según la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales –y sin considerar los aportes de la plataforma Nanopymes de este capítulo-, entre los resultados de la plataforma en el período 2011-2015, se destacaron: la creación de 18 PRIS orientados al desarrollo de aplicaciones micro y nanotecnológicas, que en promedio incrementaron sus exportaciones en un 88%, en términos reales; la incorporación de 44 PyMEs argentinas al sector de micro y nanotecnología, mejorando su competitividad en un 40% –donde un 60% de esas 44 PyMEs realizaron innovaciones productivas ligadas al sector salud y el 40% restante, impulsaron innovaciones productivas en el área satelital y aeroespacial– y además creció un 27% el total de personas empleadas, sus ventas se expandieron un 59% en términos reales y su productividad creció un 26%; la adquisición de 12 equipos para brindar servicios a PyMEs y emprendedores para el desarrollo de aplicaciones micro y nanotecnológicas –equipamientos que permiten el trabajo en superficies metálicas, impresión de dispositivos electrónicos, nanomecanismos para prototipos, aplicaciones micromecánicas o biomédicas, recubrimientos, pinturas que deban resolver problemáticas ambientales y diversos estudios pre-clínicos–, que absorbió en conjunto 3,6 millones de euros (MINCyT, 2015; *Tecnopymes*, 2015).

Volviendo al eje de este capítulo –la FAN como instrumento de promoción a la nanotecnología–, Daniel Lupi explicó el aporte que significó para la Fundación el haber administrado el componente PRIS de la Plataforma Nanopymes, al sostener que "para nosotros fue una pegada porque como ya teníamos mucho entrenamiento

en cómo tratar estas pequeñas iniciativas, sabíamos cuándo se podía llegar a resultados concretos" y, a su vez, reflexionó: "nosotros hemos aprendido que hay gente que vende, gente que no vende, gente que tiene mejor oportunidad, hay veces que conviene dejar el negocio a pesar de que es bueno, porque está todo lo que tiene que ver con el modelo de negocios que escapa a la ciencia". Agregó que aprendieron "con esto muchas cosas", mientras que, por otro lado, también adquirieron e instalaron un equipo en la Nanofab con los fondos de este programa. Finalmente, "nos permitió consolidar cosas que ya habíamos hecho con los Pre-Semilla", dado que "Muchos de esos proyectos habían empezado con un Pre-Semilla o le habíamos tenido que decir que no con el Pre-Semilla, por empezar porque era muchísima menos plata -el Pre-Semilla no llega a 10 mil dólares, es muy poca plata" y con el Nanopymes "que era bastante más plata fue un impulso bastante bueno":

> "Y el hecho de estar en el marco de la cooperación con Unión Europea también ayudó mucho. La capacitación […] sirvió mucho. Mucha gente viajó desde distintas instituciones. Para la FAN fue espectacular. Nos alejó un poco de los Pre-Semilla clásicos porque estábamos todos en esto. Fue un esfuerzo maravilloso […]. Las exigencias de la Unión Europea son muchísimas […] porque son terriblemente burocráticos y porque este tipo de apoyo está pensado para ayudar a países del Tercer Mundo en etapa de desarrollo. Entonces, tienen mecanismos de compra que son, por ejemplo, […] cuando necesitás un aparato que se vende sólo en tal lugar, no saben qué hay que hacer. 'Hay que hacer una licitación internacional', pero si el vendedor es uno sólo. Hay que explicarles que es uno sólo, mandar notas y esperar aceptaciones que tardan meses […]. Te exigen comprar equipos europeos, que la máquina tenemos ahí la japonesa anda 10 mil veces mejor, pero la única que pudimos comprar es la francesa que no anda tan bien. Pero bueno, a caballo regalado… […] el Ministerio tenía idea de seguir […] esos proyectos como el Nanopymes eran para aumentar la competitividad de las PyMEs y, en realidad, Europa ponía más del 50%, podía poner hasta el 80%, porque era de ayuda al desarrollo. Después de eso vino la época gloriosa en que

nuestro PBI aumentó y teóricamente ganábamos un montón de dólares per cápita, lo cual hace que ya no entremos en esos proyectos, porque ya pasamos a país desarrollado" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.7. 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 –a mediados de 2019– la FAN se encuentra incubando diez empresas de base tecnológica. Estas son Chemtest, Argentum Texne, Inmunova, Mabb, Dynami, Panarum, Ebers, Nanotica, Mirai 3D y ZEV Biotech. Algunas de estas también estuvieron involucradas en la Plataforma Nanopymes, como es el caso de Nanotica, Argentum Texne, vinculada a la empresa Bell Export, y Chemtest, relacionada con la empresa Biochemiq.

3.7.1. Chemtest

La primera empresa en ser incubada en el edificio de la FAN fue Chemtest Argentina S.A., resultado 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 en 2013 a raíz de otro proyecto FONARSEC, esta vez de la línea Empretecno, financiada por la ANPCyT. 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 la "oportunidad para desarrollar Chemtest fue el programa Empretecno", convenio que tenía la intención de hacer uso de las moléculas desarrolladas en el marco de uno de los ocho proyectos del Fondo Sectorial de Nanotecnología de 2010, objeto de análisis del siguiente capítulo. Estas moléculas serían usadas "para diagnóstico

de enfermedades, veterinarias o humanas” en dos plataformas: la plataforma Elisa, “que es la que se usa hoy en todos los laboratorios centralizados de diagnósticos de hospitales de alta complejidad” 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”. Comerci relató que, para él, la creación de esta empresa fue “la solución a tantos años de inversión y de desarrollo de tantas cosas que teníamos guardadas en el freezer, que habíamos desarrollado y que yo pensé que se iban a pudrir ahí”, en referencia al proyecto FONARSEC. Entonces, ya con el equipo formado 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”. Luego precisó que “toda esta tecnología de la inmuno-cromatografía se basa en plegar y acoplar distintos tipos de papeles, microcelulosa, celulosa, membranas de vidrio, son cinco o seis materiales plásticos distintos en una tirita”, frente a lo cual agregó que “Uno cuando hace el Evatest ve una o dos rayitas y piensa que es una pavada” y no es así: “tiene una complejidad tecnológica dentro de locos, donde tenés que inmovilizar distintos papeles absorbentes acoplados”:

> “Pero ¿qué pasa si además de las cinco capas de materiales que tenemos, le acoplamos estos electrodos en tinta descartables, no impresos sobre acrílico, sino impresos sobre papel? Para mí con la máquina que tengo es poner un papelito más. Y ahora podemos movilizar eso para que aparezca una rayita, ese electrodo va a generar una señal eléctrica que se comunique con una app y me diga al celular el resultado. Eso es lo que se está haciendo en Europa en la frontera, en Alemania. ¿Podemos pensar eso hoy en Argentina? Sí […] de hecho, cuando les tiré la idea, los muchachos de INTI hicieron una locura. Lo genial que tienen los ingenieros. Agarraron uno de los dispositivos inmuno-cromatográficos que nosotros tenemos en Chemtest, lo abrieron por el costado, le pegaron electrodos y probaron la idea. En principio funciona. Hay señal electromagnética. O sea, esos dispositivos se pueden

hacer muy bien. Así que estamos pidiendo financiación para avanzar en eso. Y, por otro lado, Chemtest está hoy por hoy a punto de aprobar la planta de producción. Estamos acá incubados en la FAN" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Sobre la incubación de Chemtest en la FAN, Comerci explicó que, en algún momento, cuando el proyecto estuvo avanzado, "teníamos la tecnología desarrollada, pero no teníamos el lugar" y hablando "con Lupi, me dice 'Yo acá tengo una incubadora de empresas vacía'. Y yo necesito un espacio. Me dice 'Yo no tengo ningún proyecto de nanotecnología biológico acá'. Bueno, ahí nos lanzamos y ahí estamos trabajando". Además, Chemtest fue la primer empresa en la incubadora de la Nanofab. El entrevistado agregó que tuvieron un "apoyo enorme" y que "no sólo nos dieron espacio, que era central" por "la importancia de la cercanía y de la masa crítica". Inicialmente, Chemtest tenía posibilidades de establecer sus instalaciones en el Parque Industrial de Mercedes, pero una empresa de base tecnológica recientemente creada, como explicó Comerci, "hasta que haga los desarrollos, los prototipos, los valide y pueda poner en funcionamiento la planta bajo todas las normas de GMP [Buenas Prácticas de Manufactura, por sus siglas en inglés], van a pasar años. Dos años mínimo, o tres. De hecho, ya vamos dos" y, en esos años iniciales, "es central la interacción con la universidad porque la mayoría de los equipos hasta que los compremos, los tengo acá [en la UNSAM]". Esto es debido a que "la gente que opera los equipos está acá, la gente que sabe de todos estos diagnósticos está acá" y no era posible "trasplantar a 80 kilómetros de Buenos Aires esto de un día para el otro" así como tampoco se podía "movilizar a las personas 50-80 kilómetros ida y vuelta todos los días". El emprendimiento a esa distancia, en palabras de Comerci, "No va a funcionar. Necesito tenerlo a no más de 300 metros de acá" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Por otra parte, Comerci comentó que en Chemtest "De alguna manera se aplica nanotecnología porque implica usar un nanoinsumo que son las partículas de oro nanométricas, de 40 nanómetros" y que cuando Daniel Lupi se enteró, le ofreció un espacio en la FAN: me dice '¿y porque no te venís acá?' y me muestra la planta

baja de la FAN, que era un galpón, no había nada. Y digo 'este es el lugar ideal para mí'". Además, el entrevistado explicó que el espacio no fue lo único que la FAN les dio, 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, porque el galpón que me daban era pensado por un ingeniero para meter fierros y cables, y yo tengo un proyecto en salud, donde es casi la limpieza de un quirófano". Actualmente, "nos están ayudando mucho en lo que es promover las actividades de Chemtest, buscar clientes y proveedores" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

De esta forma, el espacio que ocupa Chemtest dispone de dos unidades, una destinada a la elaboración de los sistemas de diagnósticos para enfermedades humanas y otra para las enfermedades animales. Cuenta con un laboratorio central de control de calidad y preparación de reactivos, otro con temperatura y humedad controlada para el *dispensing* de esos mismos reactivos, un área seca con un 20% menos de humedad relativa para el ensamblado y colocación del *packaging*, un área de preparación final de los productos y un depósito refrigerado para guardar la producción.[151]

Según Comerci, uno de los fundadores de Chemtest, la nanotecnología se hace presente en Chemtest a través del uso de las nanopartículas de oro "que se conjugan por adsorción con los anticuerpos que llevan adelante la detección inmuno-cromatográfica" y hay "una serie de nuevos desarrollos, de nuevas partículas que permiten ampliar y mejorar la gama de productos y la sensibilidad de

[151] Para más información ver: http://www.chemtest.net/ y https://www.fan.org.ar/portfolios/chemtest-la-pyme-que-desarrolla-sistemas-de-diagnostico/ (Consultado el 24/07/2018). Más recientemente, el mismo grupo de investigadores se volvieron a asociar con Biochemiq para crear otra empresa, Profar Biológicos, que producirá insumos biológicos para la formulación de vacunas y kits de diagnóstico de enfermedades infecciosas, que en su mayoría aún se realiza con tecnologías que no han incorporado la biotecnología moderna, siendo su eficacia menor, su costo mayor y su suministro, inestable. La creación de Profar se apoya en el aporte de la ANPCyT en su línea Empretecno 2016, que aprobó fondos por 6 millones de pesos, aportando la empresa asociada –Biochemiq– una contraparte de 2,2 millones de pesos. Profar va a proveer parte de los insumos biológicos que demande Chemtest para la producción de tiras diagnósticas (Zamponi, 2017).

la detección, como son, por ejemplo, las nanopartículas de celulosa". En suma, "la nanotecnología es muy importante en la elaboración de las tiras reactivas" (Conferencia de Diego Comerci en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

3.7.2. Argentum Texne

Argentum Texne es 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":

> "[…] el lugar donde se metió la FAN es complejo, porque tengo de un lado investigadores que se los reconoce casi con el Premio Nobel y, del otro, el mercado que quiere que le vendan algo novedoso y que en realidad no le importa si tiene nanotecnología. Entonces por ahí llegamos a que esto es exitoso y maravilloso, pero no lo compra nadie. Falló, es un fracaso porque no llegamos al mercado. Y por ahí el tema es otro, es comercial o que está

fuera de época” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

3.7.3. Inmunova

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. 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, entre los cuales se encuentran los doctores Fernando Goldbaum, Linus Spatz, Dan Kaplan y Jorge Villalonga. 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, esta fue una línea posible y "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. En realidad, la empresa fue previa a Inis Biotech, "colaboramos para que se creara Inis Biotech como para tener un ámbito un poco más interfase entre público-privado y academia y empresa". Al crecer la empresa no les quedó espacio en Inis Biotech 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, "eso para nosotros es un producto", donde el producto es "el conocimiento, la patente, la licencia porque eso da ingresos a través de los royalties por la venta de cada producto". Además, según Spatz, en terapéuticos para humanos lo más avanzado es "una solución para el Síndrome Urémico Hemolítico" e Inmunova desarrolló "lo más parecido a un suero anti-veneno de una víbora o un escorpión, algo que neutraliza toxinas", que "es una terapia preventiva del desarrollo de una enfermedad" en la cual "Estamos en fases regulatorias con el ANMAT, pidiendo permisos y demás. Ya está bastante avanzado" (Comunicación personal con Linus Spatz de Inmunova, 3/08/2017).

Y sobre la relación de la empresa con la nanotecnología, su director explicó que "Todo lo que sean cuestiones de diagnóstico y demás", "nanoinsumos", "anticuerpos de camélidos que son muy particulares", y que, "muchas veces se usa ese tipo de anticuerpos o insumos para hacer otras reacciones […] que son test indirectos […]

con partículas de oro. Nosotros tenemos la parte biológica de cosas que usan después nanotecnología" (Comunicación personal con Linus Spatz de Inmunova, 3/08/2017).

Además, Inmunova contó con un proyecto de la línea Empretecno, financiado por la ANPCyT, en conjunto con la Fundación Instituto Leloir, titulado "Desarrollo de nanopartículas inteligentes para diagnóstico y tratamiento de cáncer". El proyecto, que dirigió el doctor Osvaldo Podhajcer, se centró en vehiculizar drogas antitumorales hacia el tumor cancerígeno a través del uso de los nanoanticuerpos, desarrollados por Inmunova.

3.7.4. Mabb Biomaterial

Mabb es una 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.

Sobre este proceso, desde la Gerencia de Producción de la empresa un entrevistado refirió que, el presidente y cofundador de Mabb, Daniel Miguez –ingeniero industrial– "viene del ITBA [Instituto Tecnológico de Buenos Aires] y tiene un recorrido importante en gestión de la innovación" y que en una de las "formaciones de innovación que hacía Daniel para empresas, curso que daba a través del ITBA, conoce al otro fundador de Mabb, que es Santiago Badrán". Este último es ingeniero mecánico con una "trayectoria larga en industria" que "venía trabajando en una empresa que es proveedora de los insumos y de la ingeniería para las centrales nucleares" y además "dominaba la tecnología del uranio, y la zirconia y el uranio son muy cercanos tecnológicamente". Al conocerse Miguez y Badrán empezaron a hablar de un posible emprendimiento juntos y "deciden formar Mabb en el 2006". En ese año empiezan trabajando con la tecnología del mecanizado, que es una de las dos formas de trabajar el material utilizado para fabricar los implantes, siendo la otra forma por inyección. Según el entrevistado, la tecnología del mecanizado es una "tecnología de menor valor agregado". Sin embargo, en un momento Badrán se animó a "experimentar lo que es inyección de ultra alta presión, el método con el que estamos trabajando ahora" y proyectó un prototipo, "una máquina, para hacer inyección a ultra alta presión en escala laboratorio". Para desarrollar este prototipo a escala laboratorio les fue otorgado un Pre-Semilla de la FAN. Finalizado el desarrollo de este prototipo, los socios fundadores de Mabb consiguieron otra línea de financiamiento, un Empretecno, a partir del cual "deciden montar esta unidad productiva" en Pacheco y "se asocian con un tercer socio, que también viene del área nuclear". Entonces, "Hacen los

primeros pasos, ponen a punto el proceso, lo avanzan todo lo que pueden. Esto en 2013" (Comunicación personal con Bernardo Villares Had de Mabb, 7/06/2017).

Hacia el año 2016, la FAN les ofrece un espacio para instalar su unidad productiva. Mientras, 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, Villares 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", dado que se trata de "este tipo de PyMEs que sólo viven del valor agregado". 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).

Por su parte el presidente y cofundador de Mabb se refirió a los estadios iniciales en los que nace una empresa y las dificultades que tiene que atravesar, destacando que los emprendedores, al no tener dinero, "tienen que ir por todos los lugares donde dan premios, subsidios económicos". En su caso, ganaron algunos concursos, "entre ellos el Santander, el Empretec de Banco Nación y más". Así, el "Banco Santander nos dio $ 60.000 en su momento, y como ganamos el concurso y Santander a la vez tiene un fondo, ahí conseguimos 50 mil dólares", lo que usaron para crear la Sociedad Anónima:

> "Mirándolo hoy cometimos un millón de errores, pero en ese momento creímos que estábamos haciendo lo ideal. Al principio nos metimos a

desarrollar algo que tenía que aprobar ANMAT y era muy complicado, terminamos gastando casi toda la plata en 6 meses. Ahí cambiamos el modelo de negocios. Hoy desarrollamos algo con buenas prácticas y vendemos a los fabricantes de implantes […]. Hasta el momento son 10 años de innovación y desarrollo. En la etapa de innovación y desarrollo no hay venta. Las ventas que tuvimos fueron ventas piloto como para empezar a generar plata, pero a la vez tener relación con los clientes, tener clientes […] siempre tenés que apuntar a un mercado determinado y tener clientes en la mira mientras estás desarrollando" (Comunicación personal con Daniel Miguez de Mabb, 7/06/2017).

3.7.5. Dynami

Dynami es una empresa que diseña y produce baterías de litio ultradelgadas y personalizadas, que está incubada en la FAN desde 2017 (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":

> "Yo me formé en litio en Estados Unidos, donde hice mi master con la beca *Fulbright* y allá trabajé bajo un programa del Departamento de Energía, que tenía 4000 investigadores trabajando en ciencia básica en almacenamiento de energía […] pero eso no es lo más importante que me define como emprendedor en baterías […]. Mi abuelo, en los años 30 era mecánico […] era el tipo que sabía de baterías en un pequeño pueblo de la provincia de Buenos Aires […]. Hoy, 80 años después, Argentina se convirtió en líder mundial de litio y mi equipo y yo estamos desarrollando baterías 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 "es una empresa muy nueva" y que "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).

3.7.6. Panarum

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. La bioquímica Milena Batalla, fundadora de Panarum, ganó el primer premio del concurso IB50K, de planes de negocio del Instituto Balseiro, con lo que obtuvo el capital inicial para comenzar con la empresa, inició las actividades de I+D alquilando un laboratorio privado y recibió apoyo de la FAN. Fue seleccionada por el Ministerio de la Producción entre las 50 empresas para ser creadas bajo la figura jurídica de Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS) (Panarum, 2018). En su sitio web se detalla que Panarum establece acuerdos con laboratorios biofarmacéuticos para el desarrollo y comercialización de productos

biofarmacéuticos orales con su tecnología Proteoral –que es un sistema de administración oral para el pasaje efectivo de proteínas terapéuticas desde la luz gastrointestinal hasta la circulación sistémica a través de la pared intestinal–, que combina biotecnología, nanotecnología y tecnología farmacéutica para la eficacia terapéutica de las proteínas orales (Panarum, 2018).

3.7.7. Ebers

Ebers diseñó plantillas con nanotecnología con el objetivo de combatir las consecuencias de la diabetes, a través de sensores de presión, temperatura y humedad, que monitorean permanentemente la planta del pie del paciente con diabetes. Uno de los objetivos de esta plantilla es detectar, de manera temprana, posibles lastimaduras o exceso de presión en alguna parte específica del pie, para evitar la formación de úlceras o infecciones que pudieran desencadenar una amputación del miembro. Al detectar una anomalía, la plantilla envía de forma instantánea un informe que puede llegar al teléfono móvil tanto del paciente como del médico a cargo. La iniciativa, a cargo de dos ingenieros biomédicos de la Universidad Nacional de Córdoba, se encuentra incubada en el laboratorio Nanofab de la FAN, donde prevé comenzar a producir los primeros prototipos de las plantillas, usando uno de sus equipos: la impresora de circuitos electrónicos CeraPrinter X-Serie, que permitirá imprimir con tintas conductivas los 21 sensores que contienen las plantillas (Ebers, 2019; *La Voz*, 2017; Rumi, 2018).

3.7.8. Otras

Las empresas más nuevas en ser incubadas en la FAN fueron Nanotica, Mirai 3D y Zev Biotech. En cuanto a Nanotica, le dedicamos un apartado en la sección dedicada al PRIS del programa Nanopymes, por lo que no la volvemos a caracterizar. Por su parte, según su sitio web, Mirai 3D es un emprendimiento de ingeniería biomédica que desarrolla soluciones innovadoras para la salud basadas en la combinación de impresión 3D y materiales avanzados. La empresa incubada en la FAN, se enfoca en el desarrollo de simuladores de alto realismo para entrenamiento en cirugía mínimamente invasiva, endoscopía y cirugía plástica (Mirai 3D, 2019).

Por último, Zev Biotech es una *start up*, surgida en la incubadora Bioloop de la UNSAM en 2014, que tiene como misión producir y comercializar kits de diagnóstico molecular para laboratorios de análisis clínico, hospitales y centros de salud públicos y privados de países emergentes, cuyos equipos de diagnóstico importados presentan incompatibilidades con las necesidades específicas de los laboratorios de análisis clínico de los países de menor desarrollo, por motivos como el requerimiento de una alta inversión en equipos e insumos y el requisito obligatorio de procesar un gran volumen de muestras en centros de salud muy centralizados, que en muchos casos también necesitan de ciertas condiciones edilicias y de personal altamente calificado para llevar adelante el diagnóstico. Ante esta dificultad, esta empresa desarrolló una plataforma, denominada IRIS, destinada a cumplir con las necesidades del sistema de salud argentino y la de países similares, de fácil implementación - los equipos complementarios que se necesitan para su uso son los que habitualmente se encuentran en cualquier laboratorio de biología molecular -, utilizando insumos más económicos y ofreciendo la posibilidad de trabajar con una menor cantidad de muestras y de forma más versátil, ya que permite analizar distintas patologías al mismo tiempo. A mediados de 2019, Zev Biotech se encontraba en el proceso de aprobación de su producto por parte de la ANMAT y sus potenciales clientes serían los laboratorios de análisis clínico y centros de salud que realicen diagnóstico, ya sea público o privado.[152]

3.8. 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 y difusión de la nanotecnología a una amplia variedad de audiencias.

[152] Para más información ver: https://www.fan.org.ar/portfolios/zev-biotech-y-el-desarrollo-de-plataformas-genomicas/ (Consultado el 1/07/2019).

En las 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 cuestiones de espacio no podemos citar todos estos fragmentos, pero sí recopilamos a continuación algunos de los más destacables.

Por ejemplo, Gabriela Trupia manifestó que la ANPCyT empezó a financiar instrumentos de promoción a la nanotecnología, 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).

Roberto 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).

Otros investigadores, como María José Morilla, manifestaron que el objetivo de la FAN fue cambiando a lo largo de los años: "A veces no me queda claro cuál es el rol de la Fundación, o creo que fue cambiando" y, en referencia a su actividad en la actualidad, agregó "Hablando de lo que hace hoy en día, me parece que es un lugar que hace mucha difusión, que le da una visibilidad a la nanotecnología en la Argentina que, si no, no la tendría claramente". Morilla también mencionó que la FAN fue "canal de algunos subsidios" y que, junto a su grupo de investigación, recibieron un Pre-Semilla, a partir del cual tuvieron acceso a un subsidio de la ANPCyT, el PICT Start Up, "que es para la creación de una empresa de base tecnológica basada, en parte, del conocimiento que adquirimos o de las herramientas que pudimos desarrollar con el Pre-Semilla de la FAN" (Comunicación personal con María José Morilla de UNQ, 31/03/2017).

Otro investigador, perteneciente a la UBA, refirió haber sido llamado algunas veces "para dar charlas" sobre su actividad en una modalidad de "difusión y ver si se

generan links para desarrollar algo". Agregó que, en una ocasión, le pidieron "escribir una parte para un curso que hacen online" y que él escribió dos o tres páginas sobre la nanometalurgia, "que es un área que nadie hace básicamente hoy en Argentina". Otras veces, algunos miembros de su grupo de investigación fueron invitados a ser parte del Consejo Asesor de la FAN. 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 mil pesos, ¿y qué hago con 10 mil 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 manifestaron que, cuando la FAN "cambió su perfil, pasó a ser difusor y generar conocimiento en la sociedad sobre las nuevas tecnologías" a través del concurso Nanotecnólogos por un día, el evento bianual Nanomercosur, el stand en la feria Tecnópolis, entre otros eventos. El gerente general de Nanotek explicó que en varias ocasiones viajaron a "Brasil, Uruguay, a donde ellos necesitan ir y divulgar" ya que "Todo lo que sea divulgación, nosotros apoyamos completamente". 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 frente a esto que Nanotek recibió el subsidio Pre-Semilla, pero que "80 mil 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":

> "No sé cuántos fondos tiene para eso […]. Esto no es un tema que lo podés mandar por televisión todos los días, pero haber participado en un programa de televisión [donde] alguien de la FAN sale a contar esto y te ven 100 mil personas, cuando en un programa como 'Nanotecnólogos por un día' te ven 25, 50, 100 personas […]. Eso es lo que habría que tratar de mejorar. No lo critico, porque primero hay que hacerlo y después criticar […]. Pero si te falta ese push de llegada, y eso es lo que tiene un poco la FAN, son muy técnicos, muy ingenieros […] les faltaría un asesor o alguien con experiencia en comunicación porque ellos no son especialistas […] pero no los critico, porque lo que hacen es lo que pueden hacer. Si alguien hizo más difusión de la nanotecnología en este país fue la FAN […] no sé con qué fondos cuenta porque un minuto en televisión vale fortunas. Eso sería publicidad. No lo hace la FAN, pero tampoco lo hace el Ministerio de Ciencia y Tecnología […]. Si no lo hace el ministerio que es el dueño de la caja, ¿cómo lo va a hacer una acción subsidiaria como la FAN que depende del MINCyT? Si el tipo que tiene la torta no lo hace, menos lo va a hacer el de abajo. Con la plata que tienen, creo que hacen lo que pueden, al nivel que pueden […] hablo de la eficiencia, si se puede mejorar la eficiencia. Capaz que me dicen que, con dos pesos más que esto no pueden hacer" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Desde otra empresa, Laring –que participó en el Fondo Sectorial de Nanotecnología, como veremos en el próximo capítulo- manifestaron tener una relación con la FAN "desde hace mucho tiempo" y haber participado del Nanomercosur "desde siempre", aunque esta relación nunca fue "formal" hasta que Laring obtuvo un subsidio Pre-Semilla "hace poquito". Este Pre-Semilla "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”, que, aunque “ya no son tan pocas, pero seguimos siendo pocas”. En palabras del entrevistado: “En nuestro rubro somos únicos. Somos de los pocos que no somos una *spin off*. Nosotros somos una empresa que trabaja, hace sus cosas y de pronto, empezó con la nanotecnología a hacer trabajos científicos” (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, la Fundación fue “buscando su propio rol dentro de las identidades de ciencia y tecnología” y según Amalvy, 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”. En el caso de

la FAN, con el Pre-Semilla una vez aprobado por el Consejo de Administración, a los “30 días se dispone del primer monto para empezar a trabajar”. El “éxito” en la celeridad a la que se refirió Amalvy se relaciona con este punto, dado que muchas veces “el emprendedor necesita completar una idea, comprar un equipamiento, completar alguna parte de las escrituras que posee” en los primeros días, lo cual fue “muy positivo”. Por este motivo, la FAN “se consolidó muy bien en la financiación de estos emprendedores y pequeñas empresas” (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).

Amalvy también habló de las acciones de la FAN en difusión y divulgación, sosteniendo que la Fundación “Inclusive ha sido consultada por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para implementar nanotecnología a nivel secundario” y 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 “las normas”:

> “En IRAM hay una Comisión de nanotecnología […] donde estamos trabajando en el desarrollo de documentos técnicos en cómo debería una empresa proteger a sus empleados para trabajar con nanomateriales. Ese es un tema que no está todavía resuelto, no hay suficiente experiencia en el mundo de cómo pueden afectar los nanomateriales, cuáles son los mecanismos de protección, cuáles son los elementos de protección que se deben generar. Pero como todavía no hay nada firme, en vez de normas, se está haciendo un documento técnico siguiendo los lineamientos de las ISO. De manera de sacar un documento informativo […] la FAN de alguna manera participa o contribuye a la generación de estos documentos técnicos y en un

futuro, de normas vinculadas a la nanotecnología" (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).

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". Según Amalvy, esto, por ejemplo, se puede ver en los eventos Nanomercosur, donde el primer evento "fue con mucha gente, pero con muy pocos espacios de la FAN", mientras que "Hoy es al revés, la FAN ocupa prácticamente todo con muy pocos espacios comerciales. Ha crecido muchísimo" y "hoy en día la FAN es un referente importante" (Comunicación personal con Javier Amalvy de FAN, 26/06/2017).

Otro entrevistado, perteneciente al Centro de Innovación Tecnológica, Empresarial y Social (CITES),[153] 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,

[153] CITES 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).

pero después en los hechos no está claro" (Comunicación personal con Nicolás Tognalli de CITES, 26/07/2017).

Por otra parte, un entrevistado perteneciente al INTI remarcó el rol vanguardista de la Fundación en cuanto a su espacio de incubación y los laboratorios que la FAN pone a disposición tanto de investigadores como de empresas. En sus palabras: "no salió ningún proyecto hasta que Lupi quedó como presidente y dijo que se podía hacer, imitando otros institutos en el mundo". Así, por ejemplo, el actual presidente de la FAN "estuvo en Canadá, en una Universidad donde hacen nanotecnología y en el subsuelo tienen equipos, laboratorios en el primer y segundo piso y en el tercer piso industria". El entrevistado comentó que ese sistema se había replicado en varias ciudades del mundo y que, "más o menos es lo que hace la FAN", al tener equipamiento, "pero básicamente da un espacio para tener oficinas, incubar empresas". Remarcó, además que, "no había algo así en el país" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

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. Cuando hicimos el presupuesto del MINCyT, yo ponía presupuesto para la FAN. 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. El ministerio de ciencia debe ser rápidamente cerrable. Bueno, ahora tienen el edificio, eso estuvo bien […]. Creo que ahí se perdió una oportunidad con la creación del ministerio […]. 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).

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 “paradigmáticos” 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 y la incubación de emprendimientos de base tecnológica.

Por su parte, el responsable del área de Comunicación de la Fundación, Andrés Poleri, comentó: “Yo creo que cada persona que le preguntes el objetivo de la FAN, te va a decir algo distinto, pero que obviamente tiene sus puntos de conexión”. Entonces, mencionó que los objetivos de la FAN “son dos y son bien claros” y están definidos en el Decreto 380. En referencia al primer objetivo, fue definido como “promover la nanotecnología” a través de “la promoción con instrumentos, con subsidios, con dinero, coaching, con el acompañamiento de los científicos, de los emprendedores”. Poleri agregó que “Todo aquel que esté interesado en incorporar a la nanotecnología en la industria necesita de estos instrumentos de promoción y es lo que la FAN da”, dado que la Fundación “es incubadora del Ministerio de Producción, es una Unidad de Vinculación Tecnológica, administra fondos propios y fondos externos como de la UE o del MINCyT”. Y, por otro lado, en referencia al segundo objetivo, se trata de la “difusión y la divulgación de la nanotecnología”. Sobre este punto explicó que, “el abanico es bastante grande”, pero principalmente lo que busca la FAN es “acercar la nanotecnología al público en general, desde los niños que no saben hasta las abuelas que tampoco saben que es la nanotecnología” y también “en términos de divulgación, a públicos más específicos”, entrando aquí las “actividades con estudiantes secundarios, con estudiantes universitarios, con docentes secundarios y universitarios, con empresarios” (Comunicación personal con Andrés Poleri de FAN, 27/04/2017).

En cuanto a las fortalezas de la FAN, Daniel 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:

> "En la Fundación, por suerte o por desgracia, todos los empleados, a excepción mía, que yo soy ad honorem, están […] como empleados privados. Esto un poco impone algún ritmo. No se puede sacar fotocopias al divino botón, porque se patea en contra de uno, por poner un ejemplo […] por otro lado, se fue juntando un grupo joven muy interesante al cual, con sólo dejarlo actuar, fueron demostrando que lo que querían trabajar lo podían hacer […]. Se ha juntado un grupo de gente joven muy capaz, con muchas ganas" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Además de la ventaja de contar con un grupo de personal "joven muy capaz", el presidente destacó que la nanotecnología es un tema "desafiante", que "se ha mantenido en el candelero más tiempo del que uno a veces piensa". En sus palabras:

"Para nosotros que estamos en esto, ya hace 20 años que hay nanotecnología, pero para la gente sigue siendo algo interesante lo cual es importante también". 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 “no hay que olvidarse 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 “esa es una debilidad: ser pocos”. Siguiendo con los ejemplos, el concurso Nanotecnólogos por un día “lo lleva una persona”, más allá de que “todos lo tenemos que ayudar” y “la responsable de todo el programa de Pre-Semilla es una persona, con ahora una más” que “ha tenido casi siempre un apoyo técnico y una persona de apoyo administrativo”. 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”. Teniendo en cuenta estas cuestiones, el vicepresidente 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, porque no tenemos cómo cubrir vacíos” (Comunicación personal con Guillermo Venturuzzi de FAN, 27/04/2017).

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 como pasó con el Nanopymes”. 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” y la “del largo sólo la podés garantizar asegurando el corto plazo”. A diferencia de Lupi, que mencionó que esto es un “punto a favor”, para Venturuzzi es “una debilidad importante” porque si bien “vos podés planificar el largo plazo, pero siempre tenés que tener el ojo 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”. Según Lupi, la nanotecnología “trae beneficios incrementales” y “hasta ahora es incremental” y será radical en la medicina, aunque “todavía falta” (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

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”. Además, el desafío, según Lupi, es “mantenerse innovativo desde la organización”:

> “Ese es uno de los principales temas que nos llevan discusiones aún con la gente joven porque me dicen ‘¿Y esto ahora porque lo cambiamos?’. ‘Porque ya lo hicimos’. Nosotros como seres humanos no queremos cambiar, entonces cuando digo que esto que anda lo vamos a cambiar, ‘¿Por qué lo vamos a cambiar?’. ‘Porque ya está. Lo tenemos que cambiar’. Bueno, ese tipo de cosas cuesta […] como tuvimos suerte y anduvieron las cosas, entonces vamos a querer repetir y eso no lo podemos hacer. Mi trabajo es

molestarlos a todos para que generen ideas y larguen cosas distintas. Si no las cosas no andan" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017).

Sobre la falta de presupuesto fijo de la FAN, un entrevistado agregó que es un "problema" no figurar en el presupuesto nacional y que, inicialmente la FAN se manejó "con los fondos de los 10 millones de dólares que les dio Lavagna". Opinó que la Fundación "tendía que figurar" porque eso genera previsibilidad y que el financiamiento a proyectos que realiza la FAN es "algo bastante limitado en cuanto a fondos". Añadió que "la incubadora que tienen en la sede está muy bien para darles un lugar a empresas o emprendedores" y que ese tipo de cuestiones "requiere un financiamiento sostenido y que de previsibilidad" y que "habría que ver en qué terminan estas acciones de incubación, mostrar éxitos con productos que alcancen el mercado y sean exportables, como está en los fines de la creación de la FAN". Con la incubadora de la FAN, según el entrevistado, se estaría hablando de una planta piloto, diferenciándose de un desarrollo en un laboratorio y "en este caso la FAN cumpliría un rol en la fase del escalado de los productos". Lo que sí "está muy claro", hasta el momento, es que la FAN "ocupa un rol central en la visibilidad de la nanotecnología en nuestro país" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

En síntesis, más allá de algunas diferencias, tanto el presidente como el vicepresidente, coincidieron en que las ventajas de la FAN se encuentran en 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 que sea previsible o de largo plazo y el hecho de contar con pocos empleados.

3.9. Discusión y síntesis

A través de este capítulo presentamos una caracterización de la trayectoria de una institución 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 separar en varias etapas cronológicas diferenciadas: (i) objetivos iniciales (2005-2007); (ii) reformulación de objetivos (2007-2011); (iii) incorporación de promoción e incubación (2011-actualidad).[154]

La FAN fue creada a través de un decreto presidencial el 27 de abril de 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 años posteriores, el MINCyT incorpora en su discurso otras funciones a la FAN: agregar valor a la producción nacional relacionada con la nanotecnología y fomentar la colaboración entre actores públicos y privados.

En sus primeros años de funcionamiento, la FAN estuvo bajo la dependencia del Ministerio de Economía y Producción. La justificación fue explicada por el secretario de Política Económica del Ministerio de Economía de entonces, Oscar Tangelson, el cual 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 desde prácticamente cero. Sin embargo, en el caso de la nanotecnología, el entrevistado refirió que existía una “masa de investigación importante en el país”, aspecto que refiere a la conformación de una comunidad de investigación en nanotecnología –que describimos en el capítulo previo– antes que se lanzara el primer programa de promoción del área en 2004, el Programa de Áreas de Vacancia (PAV). Si bien podemos decir que existía

[154] En la Figura 3.2. del Anexo se presenta una cronología de los hitos en la trayectoria de la FAN.

en Argentina un grupo de investigadores involucrados en temáticas de nanotecnología, no se puede afirmar que hayan existido indicios de capacidades tecnológicas y productivas en ésta área tecnológica entre fines de la década de 1990 y primeros años 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 los patrones de competitividad y productividad de la economía argentina. Sin embargo, creada la FAN, las primeras acciones para promover la nanotecnología fueron el otorgamiento de incentivos a los investigadores, a través de premios y reconocimientos, dando cuenta de la falta de una estrategia acorde a los objetivos explicitados. Además, la polémica generada en torno a la creación de la FAN congeló, en parte, su actividad inicial.

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, para que se encargue del tema. En este contexto, la convocatoria de Ideas-Proyectos fue la primera iniciativa que impulsó la FAN buscando financiar proyectos en nanotecnología, con una fuerte orientación a la innovación productiva, en sintonía con su objetivo original. 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 que se habían presentado veinte 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 recuperarla 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 el CONICET, que financian mayormente ciencia básica.

Por otro lado, un entrevistado perteneciente a CNEA y miembro del Consejo Asesor, relató que la FAN buscaba financiar a través de las Ideas-Proyecto varios proyectos, aunque finalmente terminó financiado uno solo y, durante algún tiempo, también consideró realizar la compra de un microscopio útil para investigación en nanotecnología. Finalmente, el microscopio no fue comprado por la FAN, sino por CNEA, que había realizado la solicitud a la FAN en conjunto con el INTI. Podríamos decir que, a partir de este momento, la las trayectorias de la FAN y CNEA comienzan a distanciarse, dado que desde CNEA se impulsó la creación de las dos salas limpias, una en el CAC y otra en el CAB, mientras que la FAN tendió a financiar múltiples proyectos con sumas financieras reducidas. Por su parte, 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. Pero más importante aún, la deficiencia más fuerte fue que los empresarios tenían que conocer el mercado que, según ellos, no existía.

Algunas otras cuestiones relativas a las Ideas-Proyecto fueron que, en esta convocatoria, la FAN financiaría proyectos, en una “modalidad de capital de riesgo” (BET, 2009: 3), término que volvería a aparecer en el discurso en el Nanomercosur

que se llevó a cabo en 2007, al cual habían asistido inversores de capital de riesgo, como InnovaTekne y el Nexo Emprendedor del Banco Santander Río. Como discutiremos al final de la tesis, hablar de “capital de riesgo” en Argentina, donde hay escasos indicios de su existencia, puede ser el producto de una extrapolación de rasgos tomados de las economías centrales. En países semiperiféricos, el inversor de capital de riesgo por excelencia es el Estado.

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 involucró en “instalar el tema” a través del primer Nanomercosur en 2007, para que una próxima gestión en el Ministerio de Economía lo continuase. De esta forma, el fracaso de la convocatoria de Ideas-Proyecto constituye un elemento para entender que las metas 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 crea a pedido de un grupo de físicos del Instituto Balseiro, sin un consenso generalizado por la comunidad científica, por lo cual depende de la voluntad de un ministro de economía. Al cambiar de ministros, la FAN corre riesgo de perder la justificación de su existencia, por lo cual se avanza en la instalación de la nanotecnología como un tema relevante para el país. Cuando se crea el MINCyT, algunos actores buscan que la FAN pase a este ministerio, pese a su dudosa capacidad para impulsar los objetivos explicitados en 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, 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, que había identificado a las TICs, la biotecnología y a la nanotecnología como TPGs en el plan *Argentina Innovadora 2020* y, a través del FONARSEC, se iba a enfocar en la promoción de estas tres TPGs, encontró en la FAN "una manera de demostrar que el país ya tenía una intención política de apoyar la nanotecnología", mientras que otro/a entrevistador/a explicó que las líneas prioritarias eran definidas "de manera arbitraria" y además "había más micro que nanotecnología". En esos días, la FAN colaboró y coexistió, según el vicepresidente Venturuzzi, con la negociación del MINCyT con el Banco Mundial y el BID para la realización del FONARSEC, pero no llegó a encontrar su lugar en las políticas. Así, a pesar de que la FAN había sido creada para promover la nanotecnología, según Venturuzzi, por los fondos limitados que recibía no podía cumplir el rol de un órgano de promoción financiera, 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. En aquel momento "había tan pocas cosas y había que demostrar que se hacía algo". Podemos decir que la falta de un foco concreto en la política pública de promoción a la nanotecnología, 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 explicó 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 nanotecnología –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 y la creación de un *Coworking lab*, entre 2016 y 2017, espacio que permite el uso de un laboratorio para quien lo necesite. Venturuzzi comentó también que la FAN, cuando busca generar un acercamiento entre investigadores y empresarios a través de diferentes modalidades de encuentros –objetivo que marca el Decreto 380–, no llega a lograr generar un relacionamiento estable entre las partes, responsabilidad que le atribuyó a la falta de coordinación interministerial, por ejemplo, entre las convocatorias que realizan los ministerios como el MINCyT y el Ministerio de Producción. Según Venturuzzi, la FAN busca solucionar esa “falla estatal”, pero de manera escueta al tratarse de una institución pequeña.

En 2011, la FAN lanza 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 que sean 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, este 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, como por ejemplo fue la Plataforma Nanopymes. 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 el monto reducido que ofrece.

Así, la trayectoria de la FAN se puede sintetizar en su creación atada a objetivos ambiciosos y difícilmente alcanzables, su reorientación hacia actividades de difusión y divulgación de la nanotecnología –ante la imposibilidad de desarrollar estrategias para 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, que se trata de un laboratorio equipado que ofrece servicios a empresas e investigadores y que, además cuenta con salas para incubación empresarial. Los equipos del laboratorio Nanofab 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-off* busca el cobro de los gastos operativos. La creación de este laboratorio estuvo estrechamente vinculada a la construcción de un edificio propio para la FAN en unos terrenos cedidos por la UNSAM –la FAN antes de eso seguía funcionando en una oficina del Ministerio de Economía–. Hacia mediados de 2019, se encontraban siendo incubadas en las instalaciones de la FAN diez 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. Por su parte, Nanotica se enfoca en la nanocapsulación de ingredientes activos para disminuir las dosis de agroquímicos en los cultivos, Mirai 3D desarrolla soluciones para la salud basadas en la combinación de impresión 3D y materiales avanzados y Zev Biotech produce kits de diagnóstico molecular para laboratorios de análisis clínico, hospitales y centros de salud públicos y privados de países emergentes.

Una iniciativa más reciente, en torno a búsqueda de la interacción entre investigadores y empresarios, fue la creación en 2016 del Consejo Empresarial de la FAN, aunque al ser un consejo separado del de Administración y Asesor, se dificulta su relacionamiento y se diluye su función, no llegando a paliar el “sesgo científico” del Consejo de Administración al que refirieron varios entrevistados pertenecientes al sector productivo. En este sentido, como manifestaron varios entrevistados, 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 una dificultad de relacionarse de manera más fluida con el sector empresario.

Como mostramos a lo largo de este capítulo, la FAN no restringió su actividad hacia sus funciones, que podemos denominar, clásicas o tradicionales –la difusión, la financiación proyectos pequeños y la Nanofab–, sino que fue ocupando los nichos que se le fueron presentando. Por ejemplo, la FAN participó en la determinación de las líneas prioritarias para el Fondo Sectorial de Nanotecnología que financió la ANPCyT y también administró el componente PRIS de la Plataforma Nanopymes, programa que formó parte de la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología, que estuvo a cargo de la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales y fue cofinanciado entre el MINCyT y la UE con un presupuesto de

19,6 millones de euros, cuyo objetivo fue incrementar el empleo y la competitividad de las PyMEs argentinas. Se trató de un programa con varios ejes, uno de los cuales incluyó la adquisición de equipamiento para aquellas unidades que brinden servicios a las PyMEs, donde la CNEA y el INTI fueron los mayores beneficiados, y el eje que hemos desarrollado en este capítulo correspondió a los Proyectos Regionales Integrados (PRIS), que según Lupi, era para mostrar cómo llegaban al mercado las PyMEs nacionales, dado que el programa en total se extendió cinco años y en los últimos 18 meses era necesario mostrar casos de éxito de llegada de PyMEs al mercado. A pesar de ser éste el objetivo de la FAN –sus autoridades comentaron que nunca fueron modificados–, Lupi mencionó que fue una "proeza" haber ganado financiamiento para incorporar nanotecnología en las PyMEs argentinas y que en el PRIS pedían que tres o cuatro empresas, como mínimo, lleguen al mercado. Mientras tanto un informe de 2013, en el marco del Programa Nanopymes, sostenía que, pese a que existe una importante capacidad científico-técnica en el país, falta articulación entre la academia, el sector empresarial y público y que en relación al dominio del desarrollo tecnológico de las micro y nanotecnologías predomina la dependencia con el exterior, y que las capacidades del país en micro y nanotecnologías son bajas en industrialización y comercialización (Fischer et al., 2013).

En este capítulo el programa Nanopymes ocupó un extenso apartado en el que se describieron las 18 empresas participantes del componente PRIS, describiendo en qué consistió su participación y qué obtuvieron por haber participado en el programa. El enfoque estuvo puesto en el PRIS, porque fue el componente que administró la FAN, objeto de análisis de este capítulo. Así, podemos ver que la participación en el Nanopymes permitió a muchas empresas adquirir equipamiento, que de otro modo les hubiera sido dificultoso adquirir. Tal es el caso de Omega Sur, Biochemiq –que en realidad adquirió equipamiento para Chemtest, una *spin off* creada en el marco de proyectos anteriores–, Bell Export –que en realidad adquirió equipamiento para Argentum Texne–, Lipomize y Ceprofarm. Otras empresas, como Nanotica y Lipomize, destacaron las capacitaciones que fueron brindadas en el marco de este programa, como por ejemplo la participación en ferias productivas

y asistencia técnica al proceso productivo de la empresa. Algunas, lograron incorporar la nanotecnología a sus procesos productivos tradiciones o comenzaron una nueva línea de producción, como resultado de este programa. Este es el caso de Adox, cuyo desarrollo fue el desinfectante con nanopartículas de plata, y a raíz del cual, actualmente la empresa posee vínculos con el sector científico, llevando proyectos de desarrollo en conjunto. Podemos incluir también a LH Plast que llevó a cabo una innovación a base de nanotecnología, aunque esto no le reportó beneficios económicos por el momento, aunque sí beneficios técnicos en su proceso productivo, y la empresa Penta que desarrolló un chip para ser utilizado en detectores de metales en alimentos. Otras empresas ya estaban trabajando con nanotecnología antes de presentarse al programa, con lo cual aprovecharon esos fondos para perfeccionar sus líneas productivas, como Chemisa, Lipomize, LiZys, MZP, Ceprofarm. A algunas otras no les fue bien y el desarrollo quedó abandonado o inconcluso, como el caso de Silmag –por las regulaciones, dado que el desarrollo involucraba un catéter biomédico con nanopartículas de plata–, Laboratorio Mayors –por dificultades técnicas, competencia y falta de fondos, dado que el subsidio del PRIS tenía demoras en su desembolso–, Solcor, UGA Seismic –por un cambio de directivos en Y-TEC, lo que les hizo perder contacto-, Jenck –por dificultades técnicas y demoras en la compra y adquisición de equipos-. Y el caso de Prokrete, que estaba trabajando en el desarrollo de un recubrimiento para pisos industriales con nanopartículas, presentó discrepancias entre la versión del industrial y el investigador, por lo cual no podemos saber si el proyecto continuó o fue dado de baja.

Dado que la Plataforma Nanopymes fue mucho más amplia que la adquisición de equipamiento en los centros de excelencia y del PRIS, los resultados oficiales brindados por la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales que presentamos del programa en su totalidad no son contrastables con la información empírica obtenida para este capítulo, si bien los datos obtenidos en el marco de esta investigación se alejan de los resultados oficiales. Nuestra investigación mostró casos testigos de éxito en el desarrollo de productos o procesos que incorporan nanotecnología, como el caso de Adox, Lipomize, LH Plast, Penta, Chemisa, LiZys,

MZP y Ceprofarm, mientras que los resultados oficiales destacaron que las 18 empresas del PRIS incrementaron, en promedio, sus exportaciones en un 88%, en términos reales. Otros resultados fueron: la incorporación de 44 PyMEs argentinas al sector de micro y nanotecnología, mejorando su competitividad en un 40% –donde un 60% de esas 44 PyMEs realizaron innovaciones productivas ligadas al sector salud y el 40% restante, impulsaron innovaciones productivas en el área satelital y aeroespacial–, creciendo un 27% el total de personas empleadas, sus ventas se expandieron un 59% en términos reales y su productividad creció un 26% (MINCyT, 2015). Desde el lado de las dificultades en los PRIS, varios entrevistados aludieron a las demoras en el desembolso del dinero y a los lentos procesos de compra de equipos necesarios para avanzar con los proyectos. Ahora bien, el presidente de la FAN destacó que para la Fundación fue muy importante haber administrado el PRIS, que permitió manejar montos superiores a los correspondientes al Pre-Semilla, aunque comentó que trabajar con europeos presenta sus particularidades. Por ejemplo, las licitaciones se tenían que hacer, aunque haya un solo proveedor y los equipos comprados tenían que tener origen europeo, lo que deja ver el condicionamiento existente detrás de los programas de cooperación.

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 nanotecnología 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, permite 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 es asignado por 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, 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. Entonces, si bien el mismo presidente reconoció que el objetivo de la FAN es mejorar la competitividad nacional, favoreciendo el comercio interno e externo, seguidamente sostuvo que no es esa su misión. Además, en otra entrevista, sostuvo que la misión de la FAN es generar “casos paradigmáticos” que demuestren lo atractivo de la nanotecnología para la industria. Teniendo en cuenta los aportes empíricos de esta tesis, consideramos que esta última afirmación se aplica mejor a las acciones de la FAN que, luego de casi quince años, logró impactar al nivel de lo que podríamos llamar casos testigos, llegando a mejorar el desempeño económico de algunas empresas nacionales vinculadas a la nanotecnología. Así, luego de casi quince años, se logró impactar al nivel de casos testigos, como muestra el análisis de las 18 empresas del programa Nanopymes y de las diez 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.

En cuanto a las fortalezas, Lupi destacó que no contar con un presupuesto nacional constituye una ventaja, dado que les permite 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, que es no poder contar con un presupuesto garantizado y depender del subsidio que le gira el MINCyT anualmente, lo que termina restando previsibilidad a las actividades de la FAN. Otras ventajas, según Lupi, son que la Fundación cuenta con empleados jóvenes que son 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 que cuenta con pocos empleados, lo que desemboca en que todos tengan que colaborar en las tareas de los demás, mientras que Lupi agregó que la FAN tiene dificultades de crecimiento, su impacto es pequeño –en términos de que se esperarían más resultados– y que mantenerse innovativo desde la organización es un desafío.

Ahora bien, algunos trabajos previos, como una tesis de maestría, indagaron en el funcionamiento de la FAN como instrumento promotor de la nanotecnología en sus primeros seis años de vida, sosteniendo que al consultarles a los entrevistados del sector público y privado “Todos coincidieron que, ateniéndose a los objetivos para los cuáles fue creada, no fueron de lo mejor”, que “el objetivo principal que tenía la FAN, que era financiar proyectos productivos en base a Nanotecnología, no fue alcanzado” y que “Por esta disparidad entre objetivos y resultados, la evaluación de la FAN por parte de los entrevistados no fue del todo buena”. Sin embargo, dado que el foco de la FAN se desplazó hacia la divulgación de la nanotecnología, según esta tesis, “los entrevistados sí se han expresado muy favorablemente en torno a las actividades de difusión que desarrolló la FAN” (Vila Seoane, 2011: 107). Más adelante, el autor de la misma tesis sostiene que “La idea de creación de la FAN fue acertada para promover un área emergente y buscar financiar proyectos con celeridad” pero que “esta función ha quedado relegada de la FAN y ha pasado a los FONARSEC” (Vila Seoane, 2011: 134). Sin embargo, en este capítulo mostramos que los proyectos que financia la FAN son de una magnitud notablemente inferior respecto a los proyectos que financia la ANPCyT, por lo cual la función de la FAN

no quedaría relegada por el FONARSEC, sino que, por el contrario, su función se define más claramente alrededor de la financiación de proyectos a escala reducida, como son los Pre-Semilla y Semilla. En sus inicios, la FAN fue creada en un contexto de recuperación y fortalecimiento del Estado, y en este proceso la nanotecnología, entre otras tecnologías, fue identificada como una tecnología que podía llegar a hacer aportes a la competitividad nacional, objetivo que se propuso. Ahora bien, estos objetivos eran imposibles de cumplir –la nanotecnología era nueva para el sector productivo nacional–, y a consecuencia de ello, la FAN fue reconfigurando su función en base a su propia experiencia –la organización de algunos eventos de difusión– y fue reformulando sus objetivos en torno a la difusión y divulgación, la financiación de proyectos pequeños y la incubación de empresas.

Dado que 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), es posible sostener que el impacto que se buscaba debía ser 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 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 innovaciones tecnológicas u organizacionales (Lugones, 2008; Amsden, 2001).

En este mismo sentido, la nanotecnología fue definida por el MINCyT como una 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 nanotecnología buscaron “mejorar la competitividad” produciendo un efecto sistémico y multiplicador sobre varios sectores económicos nacionales. Ahora bien, 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 Semilla –aunque tienen una “alta tasa de fallos”–, la incubación de algunas empresas de base tecnológica –aunque algunas se relacionan más a otras áreas tecnológicas y menos a la nanotecnología– y la administración del componente PRIS del programa Nanopymes, donde unas cuantas empresas resultaron beneficiadas y lograron mejorar su actividad a través de la nanotecnología. Por lo cual, si se tiene en cuenta esta información, podemos afirmar que la FAN, en los hechos, se propone mejorar la competitividad de algunas pocas empresas, impactando y generando mejoras en la competitividad de unas pocas empresas, es decir, lo que caracterización como generación de casos testigos.

En este punto, además del impacto logrado por la FAN a nivel cultural a través de iniciativas de difusión y comunicación de la nanotecnología, se puede hablar de procesos de aprendizaje y de sucesivas reformulaciones de metas institucionales, concretamente en la función principal asignada a la FAN. Así, mientras que el objetivo inicial de la FAN se centró en el fomento de la competitividad de la economía a través del desarrollo de la micro y nanotecnología, su función fue reformulada hacia 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 este trabajo, a la incubación de diez emprendimientos y a la mejora del desempeño económico de algunas empresas nacionales vinculadas a la nanotecnología, a través de los proyectos Pre-Semilla y Semilla.

Desde otra perspectiva, el análisis de los casos testigos –18 casos PRIS-Nanopymes y 10 proyectos incubados por el programa Nanofab– muestra que la participación dominante del sector público proviene de emprendedores del sector nuclear, del INTI y de la biotecnología, a través de institutos de CONICET y unas pocas universidades públicas. En este punto es importante recordar que tanto las ciencias biomédicas como el sector nuclear son los dos sectores en donde Argentina muestra senderos de desarrollos tecnológicos exitosos, con expansión y diversificación y, en menor medida, con exportaciones de alto valor agregado.

Capítulo 4: Nueve casos de Fondos Sectoriales de Nanotecnología

4.1. Introducción

En los capítulos anteriores vimos que el gobierno de Estados Unidos, a fines de los años noventa, decidió comenzar a promover la nanotecnología como la próxima TPG, que es aquella tecnología que realiza alguna función genérica vital capaz de dinamizar de forma transversal muchos sectores de la actividad económica, ya sea a través de nuevos productos o sistemas de producción. Influenciados por esta tendencia, algunos países de la región, entre ellos la Argentina, decidieron dar los primeros pasos en esta nueva área del conocimiento. En el caso argentino, las primeras iniciativas se iniciaron a fines de 2004 y en el transcurso de 2005, bajo una orientación inicial hacia la nanociencia, ya que las mismas 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, en una convocatoria del Programa de Áreas de Vacancia (PAV), se aprueban las primeras cuatro redes científicas en NyN, con fuerte participación de instituciones públicas y un subsidio para cada red del orden de 900 mil pesos –aproximadamente 300 mil dólares– (PAV, 2004b; Salvarezza, 2011: 18). Y en 2005, mediante el Decreto 380, se crea la FAN con el exministro de Economía, Roberto Lavagna, a la cabeza de la iniciativa, que contaría con el aporte estatal de 10 millones de dólares para los próximos cinco años. Posteriormente, con la creación del MINCyT en noviembre de 2007, la FAN pasa a su órbita y cambia su trayectoria. Por otra parte, se financian dos proyectos como resultado del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) de la ANPCyT, participando instituciones públicas y algunas pocas empresas (PAE, 2006b) y se promueve la cooperación internacional en el área.

Sin embargo, en el capítulo 2 mostramos que, a pesar de que la percepción inicial de los actores que impulsaron la NyN parecía asumir que la adopción de una nueva TPG supone procesos de crecimiento económico diferentes al que supone el crecimiento por innovaciones incrementales, lo que aparecía en el discurso no se

vio reflejado 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 nueva TPG 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, etc. (Helpman, 2004: 51-52). Y complementariamente, desde el sector público, hacían falta nuevas capacidades de coordinación entre el MINCyT y, por ejemplo, los Ministerios de Economía e Industria, la producción de estudios sobre cadenas de valor, estudios enfocados en los marcos regulatorios que serían adecuados, formación de competencias para la comercialización, etc. Así, las políticas 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 el MINCyT. Alguna "mano invisible" se encargaría de ir generando procesos de reorganización sistémica que harían que la NyN finalmente impactara sobre el desempeño económico de algún sector potencial de empresas nacionales nunca dimensionado y que de esta forma se podría salir a competir con nuevos productos o insumos en segmentos cadenas de valor global.

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.

En este sentido, en el presente capítulo nos proponemos delinear las principales características del Fondo Sectorial de Nanotecnología, con foco en sus fortalezas y debilidades, que fue creados 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. Para ello, se abordan y exponen los nueve proyectos del programa FONARSEC ejecutados en el área 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 fortalezas y aportes. En este sentido, en referencia a las herramientas metodológicas, se utilizó una gran cantidad de entrevistas realizadas a los actores involucrados en cada uno de estos proyectos. Siendo el objetivo general de esta investigación el análisis de las políticas públicas de fomento al 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.

Los interrogantes que guían este capítulo son: ¿cuál ha sido el impacto de los Fondos Sectoriales en el área de NyN?; ¿logró este programa cumplir con la meta de superar las debilidades históricas o, en todo caso, producir algún tipo de mejora en el plano de la vinculación entre sector público y el sector productivo?

La hipótesis que guía este capítulo supone que, 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.

El capítulo se divide en cinco 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 los cinco proyectos del área de desarrollo correspondiente a nanomateriales. La tercera sección se centra en los dos proyectos que corresponden al área de desarrollo nanointermediarios. La cuarta consiste en la descripción de un proyecto derivado del área estratégica de nanoproductos finales, mientras que la quinta ofrece lo

mismo, aunque correspondiente al único proyecto de la convocatoria de 2012 relativa a nanotecnología.

4. 2. Consideraciones generales sobre los Fondos Argentinos Sectoriales y el plan Argentina Innovadora 2020

El plan *Argentina Innovadora 2020*, que caracteriza a la nanotecnología como una TPG, comienza a armarse en el 2011, mientras que los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) son creados en el 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 fue posterior a la creación del FONARSEC.[155]

Según el plan del MINCyT (2012: 41):

> "La estrategia de focalización implica una conceptualización novedosa para las políticas de CTI [ciencia, tecnología en innovación], que 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, en lo que se define como núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE)".

En lo concerniente a la nanotecnología, más adelante el mismo documento 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). De

[155] 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, Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica Orientados (PICTO), PID, entre otros.

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).

Por otra parte, en 2009 la ANPCyT inició un nuevo fondo –además del FONCyT, FONTAR y FONSOFT–, el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) –inspirados en los Fondos Sectoriales de Brasil–, probablemente la iniciativa más original en materia de política de ciencia, tecnología e innovación.[156] La condición novedosa de este programa era que solo podían aplicar “consorcios asociativos público-privados” (CAPP), 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, 2011).

Sobre sus orígenes Isabel Mac Donald, que fue directora del FONARSEC en el período 2009-2017, explicó que “en el origen se había pensado que el FONTAR y

[156] Sobre antecedentes del FONARSEC, puede verse: Loray (2011). 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).

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 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 "entendió 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, más propio de Argentina según Peirano, 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.[157] Esto da lugar, en el 2011, a una primera versión del plan *Argentina Innovadora 2020* y el concepto como unidad de análisis de los NSPE. Ahí la idea, cobra otro cariz y cambia un poquito, y pasa a ser

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

> 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".[158] Según Peirano, el plan "quizás tuvo la originalidad de trabajo de 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

[158] Las mesas de implementación estuvieron conformadas por miembros de la comunidad científica, representantes del sector privado, funcionarios y expertos en las TPGs, para identificar los NSPE y avanzar en la detección de oportunidades concretas y la elaboración de propuestas específicas del Plan 2020. Se organizaron tres tipos de mesas de trabajo: (i) las mesas transversales, que trabajaron en torno a los ejes de "Articulación e instrumentos de política", "Marcos regulatorios" y "Recursos humanos", a fin de identificar las principales debilidades, fortalezas y prioridades del sistema científico-tecnológico ; (ii) las mesas sectoriales, una por cada sector seleccionado –Agroindustria, Ambiente y Desarrollo Sustentable, Desarrollo Social, Energía, Industria y Salud–, que identificaron los objetivos y prioridades sectoriales, los principales NSPE, y propuestas de intervención específicas y; (iii) las mesas de TPGs, que sobre la base del trabajo previo de las mesas sectoriales, identificaron los cruces prioritarios de las actividades sectoriales con las TPGs. Estas mesas reunieron alrededor de 350 personas (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.

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 y oportunidades 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 financiaron cada 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 Nº 7599/AR de US$ 150 millones –correspondiente a los FTS–,[159] mientras que los FITS y FITR contaron con financiamiento del BID en el marco del Programa de Innovación Tecnológica -Préstamo BID Nº 2180/OC-AR- (Lengyel et al., 2014: 4; Loray, 2011). Mientras que los FTS –o FS, en adelante– se concentraron en las áreas estratégicas, es decir las tres TPG, 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).[160]

Sin embargo, estas áreas estratégicas y 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

[159] El costo total del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social 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 Nº 7599-AR: 9).

[160] Mientras que el FITS se orientó a financiar proyectos en los sectores mencionados en todo el territorio argentino, favoreciendo las ciudades más importantes, el FITR se orientó específicamente a proyectos en espacios territoriales fuera de las ciudades de Buenos Aires, La Plata, Bahía Blanca, Santa Fe, Rosario y Córdoba. Para una evaluación intermedia de los FITS consultar Rubianes y Batista (2012) que, por pedido del BID, realizaron un primer esfuerzo por revisar y evaluar el funcionamiento de los mismos.

> 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 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 trasversales,[161] "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 Operativo-Préstamo BIRF Nº 7599-AR: 76). El objetivo de este instrumento 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 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 de esta manera 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",

[161] Un 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 “Desde Argentina también se promovía eso, que se encontraran alternativas para vincular al sector científico al sector empresario”:

> “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 ellas 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; e (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, 2011).

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 Nº 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, explicitado en diversos documentos, 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 a nivel tanto local como global 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 Nº 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 posee características del tipo *mission oriented* (Ergas, 1987).

La determinación de los lineamientos estratégicos o 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;[162] y (vii) elaboración de un documento final que resume los resultados del estudio (Disposición Nº 002/10).

Este análisis, llevó a seleccionar cuatro líneas generales dentro del área de la nanotecnología: Nanocompuestos, Nanointermediarios, Productos o Bienes Finales y la formación de recursos humanos. Como parte del proceso se señaló la necesidad de buscar ventajas competitivas para que el apoyo estatal no termine siendo aprovechado fuera del país, riesgo especialmente presente en los primeros eslabones de la cadena de valor, como nanocompuestos y nanointermediarios. Con este fin se buscó apoyar "nichos muy específicos en los que la investigación aplicada esté muy cerca del producto final y cuyos resultados sean de apropiación colectiva, o consistan en aplicaciones de gran impacto socioeconómico o se potencien líneas de producción ya establecidas en la Argentina" (Lengyel et al., 2014: 28).

Entonces, las temáticas y líneas prioritarias seleccionadas y validadas mediante una disposición fueron: nanoarcillas, y aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, que derivan del área de desarrollo Nanomateriales; nanoencapsulados, que deriva del área de desarrollo Nanointermediarios; y MEMS (sistemas micro-electro-mecánicos), derivado del área de desarrollo Nanosensores (derivada del área estratégica de Nanoproductos) (Disposición Nº 002/10).

Los requisitos de los FS para nanotecnología fueron que en cada CAPP debían participar al menos dos empresas –con la única excepción de la participación de un

[162] El doctor Alan Smith, quien confirmó el potencial de Argentina y la factibilidad para desarrollar aplicaciones en nanotecnología.

mínimo de 3 empresas en la categoría de MEMS– 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. En los CAPPs, los consorciados debían proponer el proyecto a abordar, aportar los recursos humanos y económicos –correspondientes a la contraparte– y acordar previamente la propiedad intelectual y la explotación de los resultados. Y los proyectos propuestos debían propender 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 cerró en septiembre de 2010 y fueron aprobados ocho consorcios, que recibieron alrededor de 30 millones de dólares –110.709.229 de pesos en total, incluyendo la contraparte–.[163] En una posterior convocatoria, que cerró en noviembre de 2012, fue aprobado un solo consorcio que recibió alrededor de 10 millones de dólares –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.[164] No obstante, el monto de la contraparte debía ser igual o mayor al 20% del costo total del proyecto.[165] Entre las dos convocatorias de 2010 y 2012, en total se presentaron 14 proyectos, de los cuáles fueron adjudicados 9, con un plazo de

[163] La comisión encargada de evaluar los proyectos presentados a las convocatorias del FONARSEC incluía cinco miembros, cuatro de ellos extranjeros de habla hispana, siendo el quinto un referente local.
[164] 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 Nº 7599-AR, s/f: 78).
[165] 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).

cuatro años de ejecución previsto por cada proyecto, aunque en muchos casos se otorgaron prórrogas.

4.3. Nanomateriales

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). Conforman el primer punto de la cadena de valor agregado de la nanotecnología y, como tal, es aquí donde los retornos dependen de grandes volúmenes de venta y largos períodos de establecimiento. Se trata de un escenario donde participan grandes jugadores internacionales –empresas multinacionales– y en donde la investigación básica y el *know how* se transforman en fuga de conocimientos a través de publicaciones científicas. En este eslabón es crucial alcanzar una ventaja competitiva que no redunde en conocimiento local fácilmente apropiable por empresas extranjeras (Disposición Nº 002/10).

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 metalmecánica local.[166] En este apartado son objeto de análisis los cinco proyectos que entran en la categoría; dos en nanoarcillas y tres en nanocompuestos.

4.3.1. Nanoarcillas

Para nanoarcillas, los FS consideraron como objetivo el “desarrollo y producción de nanoarcillas que incorporen las mismas a insumos intermedios y/o productos

[166] 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.

finales", favoreciendo la vinculación entre productores y centros de investigación y formación de recursos humanos, priorizando los desarrollos que tengan un gran rango de aplicación en procesos productivos o eviten la importación de nanocompuestos con base en nanoarcillas. Los FS contemplaron el desarrollo de plantas piloto,[167] equipamiento de escalado y caracterización, apoyo a la producción de series piloto, formación de recursos humanos y el apoyo a la inserción en mercados piloto (Disposición Nº 002/10).

Los dos proyectos de nanoarcillas aprobados fueron "Obtención de nanoarcillas a partir de bentonitas patagónicas para su aplicación en nanocompuestos" y "Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales". En las siguientes subsecciones se presentan estos dos proyectos en detalle.

4.3.1.1. Nanoarcillas a partir de bentonitas para su aplicación en nanocompuestos

El proyecto de nanoarcillas titulado "Obtención de nanoarcillas a partir de bentonitas patagónicas para su aplicación en nanocompuestos", involucró un Consorcio Asociativo Público-Privado (CAPP) compuesto por el Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC) dependiente de la UNLP y CONICET, el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) de la UNSAM, por la parte pública. Por la parte privada, participaron dos empresas, Alloys SRL y Castiglioni, Pes y Cía SA. La doctora en Ciencias Químicas, Rosa Torres Sánchez, investigadora del CETMIC, quedó a cargo de la dirección del proyecto. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $6.626.390,20 –alrededor de 2 millones de dólares–,[168] con una contraparte de $2.288.470,52 para 48 meses, es decir 4

[167] Una planta piloto es una planta de proceso a escala reducida que sirve para obtener información sobre un determinado proceso, con el fin de determinar si es técnica y económicamente viable y establecer los parámetros de operación óptimos del mismo para el posterior diseño y construcción de la planta a escala industrial.
[168] El valor del peso equivalente a un dólar tomado es de $3.80. Para los 7 siguientes proyectos de 2010 el tipo de cambio es el mismo, variando sólo en el único proyecto de 2012 (FS Nano, 2010).

años de trabajo, dando inicio hacia fines del año 2011 y debiendo finalizar a fines de 2015. Finalmente, el proyecto se extendió un año más y finalizó en 2016.

El objetivo general del proyecto fue el desarrollo de nanoarcillas a partir de una arcilla de grano muy fino -la bentonita- a través de modificaciones químicas, físicas y/o biológicas, para su utilización en dos líneas de aplicación concretas: el desarrollo de nuevos materiales poliméricos,[169] por un lado y, por otro lado, en remediación ambiental. Para ello, se contempló el diseño, la construcción y puesta en marcha de dos plantas piloto. Una destinada a la producción de los nanocompuestos poliméricos y la otra, para la retención de contaminantes orgánicos y metales en suelos y aguas, con disponibilidad móvil (MINCyT, 2013b).

Las nanoarcillas presentan diversas aplicaciones industriales. Por ejemplo, en la industria automotriz se desarrollan compuestos de un material polimérico cargado de nanoarcillas con el fin de reducir el peso de las piezas plásticas utilizadas en el montaje de los automóviles. En la agricultura, las nanoarcillas pueden ser utilizadas para la descontaminación de aguas contaminadas con el tiabendazol, que se emplea como conservante en la industria alimentaria, como fungicida de frutas, en particular en el cultivo de peras y manzanas, ya que las frutas son sumergidas a piletones donde son rociadas con fungicidas y ese tratamiento genera efluentes contaminados que es vertido por las plantes de empaque de frutas a los canales y ríos directamente.[170] En la industria minera, también en la línea de descontaminación de aguas, las nanoarcillas pueden ser utilizadas en un sistema de purificación de aguas contaminadas con níquel, arsénico, cobre, uranio y efluentes con acidez (MINCyT, 2013b).

---

[169] Se trata de materiales constituidos mayoritariamente por átomos de elementos no metálicos, unidos entre sí, que presentan propiedades tales como aislantes del calor y electricidad o flexibilidad. Algunos ejemplos son la celulosa, la seda, el nailon, entre muchos otros. Ver: https://inescatalina.wordpress.com/materiales-polimericos/ (Consultado el: 11/11/2017).

[170] La legislación vigente no frena el vertido de este tipo de contaminación. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) solamente establece un límite máximo de residuo o tolerancia de tiabendazol permitido, en productos y subproductos de la agricultura. Los valores se pueden consultar en la página 95 y 96 del siguiente enlace: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/NORMATIVA/RESOL_Y_ANEXOS/file4292-anexo-1.pdf. (Consultado el 11/11/2017)

La conformación del CAPP siguió criterios de experiencia previa de las instituciones públicas involucradas y trabajos previos en conjunto. El CETMIC contaba con experiencia en materiales cerámicos, refractarios y aplicaciones tecnológicas de arcillas, y realización de trabajos en conjunto con la industria. Por su parte, el 3iA contaba con experiencia transdisciplinar entre disciplinas de física, química y biología fusionadas a la gestión ambiental. Estas dos instituciones anteriormente habían trabajado en conjunto en el desarrollo de un PICT, que consistió en la obtención de filtros cerámicos con actividad fotocatalítica para purificar agua y bio-arcillas para retener uranio (MINCyT, 2013b).

La investigadora a cargo del proyecto relató que trabajó en coloides, que son sustancias que al encontrarse con un líquido se dispersan poco a poco, por ejemplo, espuma de afeitar, niebla, gelatina, entre otros, que "son un tamaño un poquito mayor que los nano". Entonces, "entre los coloides están las arcillas montmorillonita, que son de estructura laminar, en una de sus tres dimensiones son nano":

> "Y lo que se intenta es separarlas en esa dimensión nano, que son las laminitas independientes. Ya que en la naturaleza esas laminitas están apiladas, cada una con su espesor es nano. Ese apilamiento, con las laminitas una arriba de la otra, termina siendo del orden casi de los micrones […] Nosotros de alguna manera las queremos separar, para poder aplicar esas laminitas dispersadas individualmente en polímeros, lo cual los refuerza mecánicamente, y en otras aplicaciones" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Existen varios tipos de arcillas, pero las nanoarcillas se obtienen de la familia esmectita, que presenta una morfología única, y las más utilizadas como materia prima son la montmorillonita y la bentonita -se encuentran también arcillas como la vermiculita, el talco y la hectorita (*QuimiNet*, 2014). Una empresa argentina dedicada a la extracción, producción y exportación de bentonita es Castiglioni, Pes y Cía. Castiglioni nace en el año 1930, inicialmente enfocada en la explotación agrícola y ganadera en el norte del país. Décadas más tarde, comienza a explotar campos en el sur de Argentina, donde descubre yacimientos de yeso y luego, de

bentonita. Su planta industrial se ubica en Cinco Saltos, provincia de Río Negro y posee un equipo de 60 personas entre profesionales, técnicos y empleados. La empresa cuenta con laboratorios propios que se encargan de garantizar la calidad del mineral y en su portal web figura una información un tanto singular.[171] La misma hace referencia a la participación de Castiglioni en el proyecto FONARSEC, sosteniendo que a raíz de ello: "Castiglioni Pes y Cía., es la primera empresa argentina en la aplicación de bentonita en nanotecnología". Veremos a continuación que esta afirmación no es estrictamente cierta y estaría motivada por el prestigio que la empresa supone que puede asociar a su nombre su relación con la nanotecnología.

Previo al proyecto FONARSEC, Castiglioni era el proveedor de arcillas del CETMIC, para que éste pudiera avanzar en el desarrollo y caracterización de arcillas modificadas y nanoarcillas, existiendo así una relación entre esta empresa y una de las partes públicas del CAPP. Así, cuando surge la posibilidad de presentarse a los proyectos, el CETMIC convoca a Castiglioni a participar. En palabras del Director Ejecutivo de Castiglioni, Edgardo García Molinari, "la cosa empezó cuando ella [la doctora Rosa Torres del CETMIC] nos pidió muestras". Varios investigadores del CONICET que estaban haciendo estudios con bentonitas y Torres tenía "dos o tres becarios que estaban estudiando el tema este", por lo que "un día se contactó conmigo para comprarme unas muestras" y desde ese momento "empezó la relación":

> "Cuando salió el proyecto ese […] nos vinieron a buscar la doctora Rosa Torres del CONICET en La Plata. Hubo una serie de…creo que se había abierto una especie de concurso y había empresas que estaban interesadas. Bueno, nosotros nos presentamos […] más que nada lo hicimos como una cosa de desarrollar algo nuevo, pero la parte que hacíamos nosotros eran algunas cosas en nuestro laboratorio y básicamente el aporte del mineral. Yo participé en varias reuniones cuando vino la gente de España que dio los créditos y demás […]. El asunto era sobre todo la investigación del uso de

[171] Disponible en: http://www.bentonita-dellago.com.ar/. (Consultado el: 11/11/2017).

> bentonita en plásticos" (Comunicación personal con Edgardo García Molinari de Castiglioni, 31/05/2017).

En el fragmento citado es visible el desconocimiento del entrevistado sobre el proyecto mismo o sobre el uso de la bentonita en relación a nanotecnología. La participación de Castiglioni fue menor y consistió básicamente en proveer el material para que el proyecto avance. Incluso, como el entrevistado reconoce, se trató de un rol de proveedor de material, pero sin interés en lo que se hace con dicho material, los avances e incluso los resultados del proyecto:

> "Esto para comparártelo, ¿vos conoces todo lo que son los revestimientos de piedras? Eso es como si le dijeras a un tipo de esos 'A ver qué podemos hacer con pedacitos de piedra para hacer alguna cosa chica' ¿Me entendés? Te lo llevo a una escala mayor que la nano, y él tipo te dice 'tomá la piedra y hace lo que quieras'. Es un poco así […]. Así que eso fue un poco la participación nuestra en el proyecto […] y si vos me preguntás hoy en qué está no tengo la menor idea porque… La otra vez incluso acá de la Secretaría nos mandaron una encuesta el año pasado que había que completar. Pero había quedado el proyecto medio empantanado" (Comunicación personal con Edgardo García Molinari de Castiglioni, 31/05/2017).

Por su parte, Torres confirmó el tipo de participación de Castiglioni al sostener que ella "tenía las arcillas súper caracterizadas de Castiglioni" y había notado que "estas arcillas eran las que mejores condiciones tenían para ser usadas" porque en el CETMIC, "mi grupo de trabajo había trabajado muchísimo con distintas arcillas":

> "Entonces fuimos y le dijimos, '¿te interesa participar?'. Y bueno Edgardo es muy abierto, y dijo 'por supuesto, como no me va a interesar'. Enseguida visualizó que había una aplicación, darle valor agregado a las arcillas que él comercializa. Es un bien que no se genera una vez que lo usaste. No es que se autogenera […]" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Por su parte, la empresa Alloys tuvo una participación más activa en el CAPP. Se trata de una empresa argentina creada en 1992, cuya planta de fabricación se encuentra en la localidad de Barracas en CABA. Alloys participa en el rubro de compuestos plásticos de ingeniería y desarrolla aplicaciones para diversas industrias, tales como la eléctrica, construcción, automotriz, nuclear, electrodomésticos, agro, etc. Estos compuestos son a medida de las necesidades de los clientes y se logran a través de la extrusión reactiva. Este proceso de extrusión reactiva fue desarrollado en la empresa en el año 1994 a través de un préstamo por parte de la CIC, en el marco de la Ley 23.877 de Innovación Tecnológica,[172] en un proyecto titulado "Reciclado De Materiales Plásticos Mediante Extrusión Reactiva". Esta innovación, que consistió en el desarrollo de un proceso productivo -la extrusión reactiva[173]-, fue utilizada por la empresa como "reactor químico" que generaba modificaciones químicas a los plásticos convencionales. Tal es así que, en 1997 Alloys llegó a proveer a la industria nuclear mediante la fabricación de 70 placas de un plástico especial para la construcción del techo de la central Nuclear ET-RR-2 que la empresa INVAP vendió a Egipto, transformándose en la única en Latinoamérica en la provisión de este tipo de producto. Más adelante, la expansión de sus clientes –en el mercado local y países del Mercosur– y de su producción le permite a Alloys inaugurar una nueva planta productiva en La Boca, CABA (Alloys, 2017).

Desde Alloys un socio fundador explicó que la innovación más grande de la empresa fue "hacer un proceso, digamos utilizar el proceso de fabricación de pellets y en esos minutos que está el material en la máquina, hacemos una reacción química",

[172] Esta Ley del año 1990 consiste en una iniciativa para la vinculación entre ciencia y tecnología con la producción, fomentando la innovación. Disponible en: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/277/norma.htm. (Consultado el: 13/11/2017)

[173] En términos simples, la extrusión reactiva es un proceso que emplea una extrusora como reactor químico, unificando el proceso de reacción y de mezclado de los plásticos en una única etapa. Este proceso permite mejorar el desempeño de los plásticos y obtener nuevos productos fabricados a medida mejorando la interacción entre los plásticos y los aditivos incorporados. Ver: http://www.aimplas.es/soluciones-a-medida/procesos-transformacion/compounding/extrusion-reactiva. (Consultado el: 13/11/2017).

la extrusión reactiva. Además, destacó que “Eso no lo hace nadie en el país” y que incluso lo hicieron antes que Brasil, que lo hicieron 10 años después:

> “O sea, es una empresa que ha innovado […] el proyecto se llamó ‘Reciclado de plásticos con extrusión reactiva’. Y la verdad es que, en los dos primeros años, después de terminado el proyecto, no quedó nada, pero después resurgimos con la extrusión reactiva y nos dio de comer durante 15 años. Es lo que hoy todavía salva empresas, es ese desarrollo de extrusión reactiva. O sea, que tiene un tiempo de inducción” (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

La relación entre Alloys y el CETMIC es previa a la conformación de consorcio para el proyecto de nanoarcillas, ya que en el año 2008 el CETMIC prestó servicios tecnológicos a la empresa, desarrollando una experiencia de trabajo en conjunto. Se trató de un contrato entre ambas partes para la realización de un tratamiento de arcillas que posteriormente pudieran ser incorporadas a los plásticos. Con una temática semejante a lo que luego fue el proyecto FONARSEC, en el 2010 se arma el CAPP de manera legal.

En principio, el Consorcio –y en particular el CETMIC- pensó integrar el Centro de Plásticos del INTI pero finalmente no se concretó formalmente por cuestiones burocráticas. Sin embargo, el Centro de Plásticos participó de manera informal, realizando aportes y aportando sus servicios en el área de plásticos. De esta manera, es a través del INTI que Alloys se integró al proyecto.

Torres relató que venía trabajando “con la gente de INTI plásticos, con la doctora Patricia Eisenberg” desde el 2003 aproximadamente. Entonces, explicó que el proyecto FONARSEC surgió “porque INTI tiene en cada uno los centros una relación con el empresariado” y en las reuniones “entonces les exponen a los empresarios por donde está la cuestión en el mundo”. Dado que “uno de los gerentes de Alloys es ex INTI, es decir que es un científico, entonces por eso también fue más fácil”:

> “Raúl De Micheli es una persona muy interesada en hacer cosas innovadoras y avanzar. Entonces en una de esas reuniones, se planteó lo que estábamos

> haciendo con Patricia, de usar las arcillas como soporte de algunas cosas […] y que se vislumbraban de poner en los plásticos. De hecho, con Patricia habíamos escrito un artículo científico donde usamos esas arcillas comerciales compradas en Estados Unidos y las pusimos en un plástico. Medimos las características y vimos como mejoraba la resistencia y demás. Entonces ahí dijimos, ¿por qué vamos a comprar afuera? si tenemos la arcilla acá y tenemos la manera de hacer esa arcilla […] eso mismo pensó De Micheli y se planteó ahí para qué vamos a comprar y vamos a trabajar con cosas que tenemos que comprar a 80 dólares el medio kilo, si la arcilla sale los 10 kilos 50 o 100 pesos. Y la interacción con el orgánico para transformarla en órgano-arcilla se puede hacer. Y es muchísimo más rentable y además estamos dándole valor agregado a minerales que tenemos en el país. Entonces este proyecto se inició por eso. En un principio, contábamos con que el INTI también fuera parte integrante pero no participó legalmente […]. Ellos intervinieron de una manera con los servicios que pagábamos y todo eso. Pero no está INTI como formando grupo" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Al dar inicio, el proyecto se separó en dos grandes áreas. Una de las mismas fue el desarrollo de nuevos materiales poliméricos utilizando las nanoarcillas, que luego se subdividió en otras áreas, una de las cuales consistió en dotar de capacidad ignífuga a estos materiales. Y la otra involucraba el uso de las nanoarcillas en remediación ambiental. Como explicó Torres, las arcillas tienen una estructura laminar, cada una de las cuales están en la dimensión nano (entre 1 y 100 nanómetros) y la separación de esas laminitas fue el eje de la parte técnica del proyecto, ya que las mismas dispersadas de manera individual abren un espectro de aplicaciones, en este caso en polímeros y remediación ambiental.

En el caso de la aplicación de nanoarcillas en polímeros, Torres explicó que "Hoy en día en el mundo todavía no se pudo lograr exfoliar las arcillas", por lo cual, en el proyecto "avanzamos en todo lo que pudimos principalmente en la caracterización de la inclusión de las nanoarcillas en polímeros":

> “No es que solo nosotros no hayamos conseguido exfoliar completamente las arcillas, sino que hasta ahora no se ha logrado vencer la resistencia que hace que las laminitas de la arcilla estén apiladas, se pueden separar un poco pero no se pueden exfoliar completamente. De hecho, hay artículos científicos que dicen que las exfoliaron, pero en realidad solo se logró separar más las laminitas. Eso también nosotros lo pudimos obtener” (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Para este fin (producción de los nanocompuestos poliméricos) fue diseñada e instalada una planta piloto en Alloys:

> “Se hizo una planta piloto de estas órgano-arcillas que habíamos usado para meter en el polímero, pero que no logramos exfoliar por completo. Pero como esa órgano-arcilla tiene otras posibilidades, no solamente de ponerla en polímeros, entonces hay una planta piloto a escala en un volumen importante […]. Entonces es Alloys quien está teniendo esa planta piloto que se puede utilizar. Incluso ellos están viendo la posibilidad de usar la planta piloto, no solamente para órgano-arcillas, sino para separación de otras cosas” (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

También el Centro de Plásticos del INTI estuvo trabajando en esta parte del proyecto, en la puesta a punto de las órgano-arcillas que fabricaba el CETMIC. Esto incluía la parte de mediciones mecánicas y la duración de las órgano-arcillas para ponerlas en polímeros, y posteriormente poder utilizarlo en la planta piloto instalada en Alloys.

No obstante, pese a no lograr la exfoliación de las arcillas, a través del proyecto se lograron avances en la sub-área concerniente a la generación de capacidad ignífuga en algunos polímeros, en concreto, en un producto plástico con esta capacidad para cables. Específicamente, se trata de un producto plástico que minimiza que los cables se prendan fuego y, en caso de prenderse fuego, evita la emanación de gases tóxicos. En esta aplicación se encuentra trabajando Alloys, tratando de llegar al mercado. En palabras de De Micheli, del proyecto “quedaron dos cosas firmes”:

> “Una es la utilización de nanoarcillas para remediar el ambiente. Y después, quedó las nanoarcillas para fabricar un producto plástico que evita que los cables se prendan fuego, y cuando se prenden fuego no emiten nada tóxico […]. Esas dos son las únicas cosas que quedaron firmes […]. Al inicio cuando armamos el proyecto, en ese momento las nanoarcillas prometían muchísimo. Pero después fueron decantando las posibilidades porque siempre hay materiales que compiten contra lo que uno quiere hacer […]. En ese momento pensábamos que las nanoarcillas iban a poder ayudar mucho a que los compuestos no se prendieran fuego, pero en realidad después, decantados los conocimientos quedó que es un buen aditivo que ayuda a que no se prendan fuego. Pero no es el único, tiene que estar acompañado por otras cosas. Uno tiene el entusiasmo inicial. Lo que pasa es que, en la parte nuestra, por ejemplo, nosotros la pegamos en una de cada diez cosas o dos de cada diez, con suerte. ¿Qué quiere decir? Que muchas cosas no salen. Muchos desarrollos quedan ahí y no se comercializan. Quedan algunos, muy pocos. Desgraciadamente. No sé si pasa en el resto del mundo, pero a nosotros nos pasa eso” (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

Sobre el producto plástico para cables, comentó que existe una serie de inconvenientes económicos que lo hacen demasiado caro como para que pueda llegar a ser comercializado.

Así como se lograron avances en la generación de capacidad ignífuga en ciertos polímeros, hubo otras subáreas que no lograron avanzar. Entre estas está lo referido a la industria automotriz en cuanto a la reducción del peso en las piezas para automóviles a través del uso de nanoarcillas, y otra aplicación para la industria alimenticia que consiste en un empaquetado en forma de film para alimentos frescos, como los quesos o la carne, que no deja pasar el oxígeno y de esa manera, evita la humedad. En ambas cuestiones se intentó avanzar en el proyecto, pero no se logró debido a que, en el caso de las piezas para automóviles apareció un material alternativo que reemplazó las nanoarcillas y en consecuencia el mercado

perdió atractivo en las piezas con nanoarcillas. Y en el caso de la industria alimenticia, faltan mayores avances científicos para generar la aplicación deseada.

Por otro lado, en la línea de la utilización de nanoarcillas como absorbentes en remediación ambiental, se realizaron avances desde el punto de vista científico, que incluyen algunas tesis doctorales y publicaciones sobre la temática, y también en aplicación tecnológica. Sin una exfoliación completa de las arcillas bentonitas, es decir las laminitas separadas, cambian algunas condiciones de las arcillas iniciales y pueden ser utilizadas en descontaminación. En este sentido, Torres explicó que en una tesis se logró "retener algunos contaminantes con solo las arcillas" y en este caso "lo limitamos al tratamiento de efluentes contaminados puntuales", buscando una aplicación en "alguna contaminación puntual". El foco fueron "las plantas de empaque de frutas que hay en el Alto Valle de Río Negro":

> "En las plantas de empaque lo que hacen es, sumergir las frutas en piletones, o aplicarles por spray los fungicidas y otros elementos para que no queden esporas de los hongos sobre las frutas. Ese tratamiento permite conservar en cámaras frigoríficas las frutas para su comercialización posterior a la cosecha […]. El tratamiento antihongos en los piletones genera un efluente contaminado (con los fungicidas no retenidos por las frutas) que no se puede tirar a las aguas potables (canales o ríos vecinos) directamente" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Sin embargo, ante la ausencia de legislación en cuanto al vertido de esa agua con elementos contaminantes a los ríos, los industriales no tienen necesidad ni incentivos en tratar esos efluentes. El CETMIC, con la doctora Torres a cargo del grupo, ya había logrado retener fungicidas en las arcillas, pero ese proceso a su vez generaba una cantidad de arcillas contaminadas. Es decir que el agua quedaba más limpia, pero la contaminación pasaba a las arcillas. Así, en el CETMIC se trabajó en la fabricación y caracterización de las órgano-arcillas para utilizarlas en remediación:

> "Entonces, con esa experiencia previa pensamos utilizar las órgano-arcillas, es decir arcillas con sus laminitas separadas por aminas sin estar exfoliadas

> […]. Pero estas órgano-arcillas retienen menos cantidad de alguno de los fungicidas que la arcilla sola. Pero permitiría por otra reacción (desorción), liberar el fungicida y dejar la órgano-arcilla libre para una posterior retención de fungicida. Entonces lo que planteamos en este proyecto era, aunque reduzcamos la cantidad de fungicida por gramo de órgano-arcilla, si después lo podemos separar queda otra vez esa órgano-arcilla libre que se puede reutilizar. Entonces no se acumula el material contaminado y libera el efluente industrial de los fungicidas. En este tema tuvimos bastante éxito" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

En esta parte del proyecto, el CETMIC trabajó en conjunto con el Instituto 3iA de la UNSAM. Los dos centros de investigación lograron desarrollar un sistema que reemplazó las órgano-arcillas, las bio-arcillas, que fueron complementadas con un proceso de fotocatálisis:

> "En visitas que realizamos a las plantas de empaque, con el Dr. Gustavo Curutchet [que trabaja con microorganismos en el Instituto 3iA de la UNSAM], vimos que se podían sacar microorganismos que habían podido crecer en esos piletones de efluentes a pH muy ácido y reproducirlos para poner esos microorganismos adsorbidos en la arcilla y entonces usar ese nuevo sistema, que denominamos bio-arcilla, en lugar de usar la órgano-arcilla para retener el fungicida. Las bio-arcillas nos permitieron retener con más éxito los fungicidas que se aplican y planear otro tratamiento de remediación. Las bio-arcilla se aplicaron con fotocatálisis, tema de experiencia del Dr. Roberto Candal [del Instituto 3iA de la UNSAM]. Entonces vimos que si hacíamos el tratamiento con bio-arcilla y después lo que quedaba lo tratábamos por fotocatálisis, lográbamos completamente liberar esa bio-arcilla y destruir el fungicida […] lo que hacíamos era, primero generar los microorganismos, adsorberlos en la arcilla y después de un tiempo de equilibrio se retiene parte de los fungicidas y sobreviene la aplicación de fotocatálisis. Pero todo eso se puede viabilizar económicamente. Científicamente logramos nuestro

> objetivo, y económicamente a nivel de planta piloto también es viable" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

La planta piloto que menciona Torres se diseñó, se construyó y se instaló en la UNSAM, precisamente, y para la misma fueron contratados varios ingenieros. En cuanto a su utilización, en medio del proyecto se realizó un acuerdo, aunque no oficial, con una planta de empaquetamiento de frutas del Alto Valle de Río Negro. Dicha planta se mostró interesada en la descontaminación de agua debido al comercio de sus frutas en el mercado europeo, que les exige demostrar la rastreabilidad de todo tipo de contaminante que haya sido utilizado en la producción. Sin embargo, su utilización no se llevó a cabo a consecuencia del repliegue de la industria argentina ante el cierre de algunas plantas de empaque en el sur del país. Por lo que, en palabras de Torres, "toda nuestra planta piloto quedó armada, pero sin posibilidad de venderla a nadie porque la economía tiene que levantar primero para que las empresas se interesen en hacer un gasto en mejoras, cuando la legislación todavía no les impide seguir tirando el agua". Entonces, "eso está parado, pero está listo para ser usado" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Por su parte, De Micheli agregó que poseen todos los conocimientos técnicos necesarios y "en algún momento lo podríamos llegar a aplicar", pero "captar fungicidas" es "algo que la economía no está acompañando". Aunque "la segunda empresa de Río Negro adoptó la tecnología nuestra, pero después no la contrató porque tuvo que cerrar la planta, tiene problemas económicos". Entonces reflexionó:

> "En algún momento, vamos a aplicar la tecnología, seguro para lo que es peras y manzanas. Porque no es que sea imposición del Gobierno, pero sí es una imposición de los que compran las peras y las manzanas. Por ejemplo, puede ser que Rusia diga 'Me tenés que decir cómo estás limpiando el agua. Quiero que me des una trazabilidad de cómo haces todo tu proceso'. Entonces, va a haber que instalar algo porque no se va a poder vender más. Sería no tanto por imposiciones argentinas sino por imposiciones

> paraarancelarias" (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

Por último, un uso que desde Alloys se está intentando llevar a cabo en el terreno de la remediación ambiental es la descontaminación del Riachuelo, por lo que desde Alloys esperan recuperar parte de la inversión en la remediación ambiental:

> "[…] la idea es ofrecer una tecnología para limpieza de los barros de todo el Riachuelo. Son 5 mil metros cúbicos, una cantidad infernal. Y una parte se haría con nanotecnología, la parte final […]. Igual, ya me están recomendando que en la parte ambiental yo me asocie con una empresa del exterior y que esa empresa del exterior sea la que se proponga limpiar el Riachuelo y yo ayudar a esa empresa. Nosotros no tenemos fondos para una cosa así. Nosotros somos una PyME" (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

En cuanto al rol de la parte empresarial, Castiglioni fue una parte fundamental en el proyecto ya que era el proveedor de la bentonita, pese a no haberse involucrado en la realización del mismo. En contraste, Alloys tuvo mayor participación e interés que Castiglioni. Las órgano-arcillas que obtenía el CETMIC, serían sometidas a un proceso de modificación química y física en la planta piloto en Alloys para la obtención de los polímeros.

Torres explicó que en un principio se planteó la posibilidad de armar una planta piloto en Castiglioni porque "ellos están *in situ*, en un lugar muy cercano de donde hay que usarla" y la "legislación entre provincias no permite trasladar residuos de una provincia a otra. Entonces nosotros podíamos armar la planta en Castiglioni, pero después teníamos que ponerle ruedas para llevarla a Neuquén. De Río Negro a Neuquén". Entonces, esa fue la función de Castiglioni, "no solamente proveedor de las arcillas, sino que también ellos nos habilitaban a usar un poco su fábrica allá". En cuanto al rol de Alloys, la directora comentó que tuvieron "el apoyo de mucha gente del plantel" y que "tuvo más protagonismo" que Castiglioni, dado que "estaba más directamente involucrado en el tema. En la parte de Castiglioni, algunos de los chicos que eran ingenieros y demás, también intervinieron, pero en Alloys la

participación fue más importante" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Por su parte De Michel se refirió a Castiglioni sosteniendo que "tienen una buena arcilla, que es la mejor del país" y "es una arcilla que se vende en Brasil porque no hay en Brasil ese producto". Pero en el proyecto "intervinieron muy poco. Nosotros pusimos mucha más plata, muchísimo más dinero, pero nosotros sabíamos que iba a ser así. Hay empresas que no se comprometen mucho" (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

Sobre las dificultades más grandes, se concentraron en las cuestiones administrativas[174] y los lentos tiempos burocráticos. Por ejemplo, un equipo que finalmente fue instalado en Alloys, tardó alrededor de cinco o seis meses en ingresar al país, mientras que su costo seguía subiendo. El retraso del ingreso del equipo generó consecuentes demoras en el avance del proyecto, ya que una vez ingresado había que armarlo e instalarlo. Además, tampoco estaban claros los procedimientos al efectuar compras del exterior. Las personas designadas como administrativos por parte de ANPCyT-FONARSEC no duraban mucho tiempo en sus puestos, cambiando con frecuencia, debiendo los investigadores poner al tanto a los nuevos administrativos de la situación en la que se encontraban y los documentos que ya habían sido presentados en ese momento en particular.

Otra complicación fue la falta de coordinación inter-institucional entre las autoridades del FONARSEC y empleados del CONICET en cuanto a la coordinación de cuestiones administrativas. Por ejemplo, en el marco de los proyectos FONARSEC se podía hacer uso de becas en conjunto con el CONICET. Sin embargo, la falta de coordinación entre estas instituciones derivó en que una becaria –que había llegado de otra provincia y se había instalado- no pudiera cobrar su beca por cuatro meses, ya que el CONICET y el FONARSEC no se ponían de acuerdo en quien debía efectuar el pago. Con respecto a este tipo de dificultades, Torres

[174] Con cuestiones administrativas nos referimos a todas aquellas que atañen a la ejecución de los gastos, que contemplan recursos humanos propios y adicionales, consultoría y servicios, becas, viajes y viáticos, materiales e insumos, bienes de capital, infraestructura y otros (FS Nano, 2010).

comentó que a pesar de que “la experiencia fue buenísima” y “los logros que obtuvimos fueron buenísimos. Se compraron equipos que quedaron en los institutos. Podemos avanzar con esos equipos en un montón de otras cosas”, “la parte administrativa fue un desastre porque ni ellos tenían bien hecho el engranaje”. El problema según la investigadora fue que “alguien tiene que estar atrás coordinando y viendo que no se escapen cosas y eso lleva mucho tiempo”:

> “[…] todos los proyectos ANPCyT que son así y están organizados, funcionan. Les buscan el administrador, ellos llevan y te dicen ‘No, mira esta factura está mal hecha. Se debe hacer así’. Bueno al final vos ya sabes cómo tenés que hacer y no hay problema. Allá era, al principio todo estaba mal, había que repetirlo. Y eso implicó mucha energía, eso es lo que a mí me duele. Porque hubiéramos podido avanzar de otra manera, sin tantas trabas administrativas […] verdaderamente fue mucho el esfuerzo y la energía. Yo vivía en función del proyecto FONARSEC. Todo era […] aprender sobre la marcha […] fue muy difícil, porque no estamos los científicos acostumbrados a hacer todo ese trabajo administrativo […] para mí fue muy duro […]. Verdaderamente yo dejé casi de lado toda la parte científica. Tenía a los chicos, pero yo siento que yo no pude darles, transmitirles más cosas a los chicos que estuvieron haciendo la tesis porque estaba muy atada con la parte administrativa” (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

Sin embargo, para la parte empresarial la dificultad estuvo en el plano técnico y en el plano comercial al sostener De Micheli que “La etapa de comercialización fue floja pero todavía no está terminada”:

> “Si nosotros tenemos éxito en la parte ambiental vamos a formar una empresa que no es Alloys. Porque el legado que quedó es así: si vamos a hacer negocios en la parte ambiental, tenemos que hacer con los cuatro socios del CAPP una empresa y esa empresa es la que va a facturar. Así que Alloys no va a estar. Está estipulado en el contrato de formación del CAPP, primero que si nos metemos en nanotecnología para la parte ambiental se

> tiene que formar una empresa *ad hoc*, una empresa de remediación en donde cada uno va a intervenir con un 25% de las ganancias. Así que no sería Alloys" (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

Entonces, "lo único que le queda a Alloys es si usamos nanotecnología en la parte de cables o en otra, pero todavía no tenemos éxito", aunque "eso no quiere decir que no hayamos adquirido conocimientos". Entonces, "si viene una empresa australiana y nos pide que le hagamos una pomada para protección de sol con nanoarcillas, nosotros lo hacemos. Sabemos hacérselo, tenemos los conocimientos de cómo hacérselo, pero nadie lo pidió". "Todavía hay un tema técnico-comercial, más comercial que técnico" y finalmente agregó que les "gustaría ya empezar a facturar productos con nanotecnología y pagar un royalty a la UNSAM y otro al CONICET". En total es un 2,5% pero "está dentro de los cálculos. Es bastante un 2,5% porque suponete que vamos a hacer una cantidad de toneladas, es algo que va a ayudar bastante a las universidades, pero todavía no lo estamos haciendo" (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

En opinión de la directora, el proyecto alcanzó los objetivos que se había propuesto y, por tanto, es exitoso:

> "Concretamos todos los objetivos que nos habíamos planteado en el proyecto […]. Nuestro centro es un centro de tecnología. Entonces tratamos de visualizar todo como para que tenga aplicación y que la puedan usar nuestras empresas argentinas. Sobre todo, lo que más nos preocupa es darle valor agregado a estos minerales que no es que se están mal vendiendo […] pero es un mineral que se agota, y es un recurso que habría de alguna manera protegerlo un poquito más con valor agregado. Y que le rendiría no solamente al dueño sino al país también" (Comunicación personal con Rosa Torres de CETMIC, 03/07/2017).

En contraste, para Alloys el éxito no es tan palpable porque aún no ha podido recuperar la inversión monetaria invertida en el proyecto FONARSEC, ni ha logrado desarrollar un producto pasible de ser comercializado en lo inmediato:

> “Mi socio dice que perdimos plata, que perdimos 2 millones de pesos […] es cierto, nosotros pusimos e instalamos la planta piloto pero todavía no está activa. Ahora se abrió el país a un montón de importaciones. Este proyecto es de la etapa anterior. Todo se va a ir reordenando, pero no tan rápido […]. Yo lo que haría la próxima vez sería estar más seguro de que los productos que se están gestionando tengan más posibilidades serias de comercializarse. Pero igual nadie está seguro de que lo va a poder comercializar. Nosotros pensamos que esto tenía viabilidad. Yo fui a una exposición en China en 2010 y los coreanos tenían todo el tablero de control del Kia hecho con nanoarcillas. No es que nosotros solos estábamos en la ilusión. Había coreanos y brasileros que tuvieron el mismo problema. Entonces, sí, yo participaría de nuevo. Pero tal vez ahora trataría de ser más certero de si me va ir bien o no y cuidaría un poco el tema de poner plata o no […]” (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

En el mismo sentido, añadió que la conclusión a la que llegaron los evaluadores del BM y del BIRF “es que los resultados son pobres desde el punto de vista de para qué se puso tanta plata”, pero “no nos dijeron que estuvimos muy mal” o “tal vez fueron muy gentiles o corteses y nos dijeron ‘Ustedes son un desastre, pero bueno, lo dejamos ahí. No vamos a ser tan francos con ustedes, pero ustedes son un desastre’. No nos dijeron eso”. Y agregó que “en otros proyectos y en otras cosas, no sólo de la Argentina, a veces se llega a situaciones en que al final no se pudo aplicar la tecnología. No es que siempre anda todo bien”, pero “De todos modos, hay que reconocer un fracaso porque a veces uno piensa que todo es maravilloso y no es tan maravilloso” (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

En síntesis, el proyecto de Nanoarcillas resultó en la formación de recursos humanos especializados en la temática, la realización de algunos congresos de nanoarcillas, la publicación de artículos del tema, la producción de tesis doctorales, la adquisición de equipamiento para las instituciones públicas, el diseño y la instalación de plantas pilotos en Alloys y en UNSAM y, por último, en el

fortalecimiento de un trabajo interdisciplinario tanto entre investigadores, como entre investigadores y empresarios. La debilidad administrativa y la falta de capacidades de comercialización figuran entre las principales debilidades detectadas.

4.3.1.2. NanoAR

El proyecto titulado “Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales” –llamado NanoAR entre sus integrantes– involucró dos centros de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) y a varias empresas en el CAPP. Se trata de dos centros pertenecientes al Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), dependiente de la UNMdP y CONICET, el Grupo de Materiales Compuestos de Matriz Polimérica (CoMP) y el Grupo de Polímeros Nanoestructurados (PolNano). Por la parte privada, participaron cinco empresas, Gihon Laboratorios Químicos SRL, YPF SA, Albano Cozzuol SA, Acsur SA y Electroquímica DEM SRL. La doctora en Ciencias de los Materiales, Vera Álvarez perteneciente al CoMP de INTEMA, se encargó de la dirección del proyecto. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $13.960.769 –poco menos de 4 millones de dólares- con una contraparte de $5.804.501,35 para 48 meses, es decir 4 años de trabajo, dando inicio hacia mayo de 2012 y finalizando en mayo de 2016. Se trata de 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.

El objetivo general del proyecto fue el desarrollo de productos innovadores a partir de materiales basados en matrices poliméricas, mediante el agregado de nanoarcillas modificadas. El uso de polímeros modificados con nanoarcillas podría mejorar notablemente las propiedades mecánicas, de barrera, la resistencia al fuego o a la abrasión, entre otras, de los materiales. La modificación química de las arcillas es vital debido a que las mismas, tal cual son obtenidas, no son compatibles con la mayoría de las matrices poliméricas que se utilizan en diversas aplicaciones, por lo que los productos que podrían obtenerse de la combinación de ambos –arcilla y polímero– no presentan las propiedades requeridas para un amplio rango de

aplicaciones (Lombera, 2015; Álvarez et al., 2012). Por consiguiente, el proyecto se dividió en cuatro objetivos específicos: el desarrollo de las nanoarcillas modificadas químicamente, la dispersión de las nanoarcillas en polímeros termoplásticos y precursores de polímeros termorrígidos, el desarrollo de productos finales a partir de polímeros modificados con nanoarcillas y la consolidación de un espacio de vinculación para el desarrollo de proyectos tecnológicos entre el sector industrial y el ámbito académico (Álvarez et al., 2012). En otras palabras, se buscó darle valor agregado a la arcilla al dispersarla, una vez modificada, en polímeros plásticos con el propósito de generar materiales compuestos que sirvan para el desarrollo de nuevos productos para diversas aplicaciones. En concreto, se buscó el desarrollo de tres tipos de productos: los productos base, los productos intermedios y los productos finales. Los productos base son las nanoarcillas modificadas químicamente, los intermedios refieren a la dispersión de las nanoarcillas en polímeros termoplásticos y precursores de polímeros y los dos productos finales a desarrollar fueron espumas de polietileno, útiles para armar envases térmicos para el traslado y conservación de productos farmacéuticos, y tubos plásticos para la conducción de petróleo (Comunicación telefónica con Vera Álvarez de INTEMA, 12/07/2017).

Los dos grupos de investigación del INTEMA, al momento de conformar el CAPP, poseían experiencias previas en la realización de proyectos en conjunto con el sector productivo. De esta manera, si bien el proyecto contemplaba culminar con los prototipos de los productos, ya que los FS financian hasta la etapa pre-productiva, una de las metas del CAPP fue alcanzar la etapa de producción industrial de los productos desarrollados. Asimismo, la conformación del CAPP, que fue traccionada mayoritariamente por el INTEMA, siguió criterios de experiencias previas entre los grupos de investigación y algunas empresas. En la mayoría de los casos, los integrantes del sector privado contaban con experiencias previas de interacción con los grupos de investigación.

Una de las empresas que cumplía esta condición es Gihon Laboratorios Químicos, una empresa especializada en la producción y desarrollo de compuestos químicos

de síntesis orgánica compleja, organometálica e inorgánica, cuyas moléculas generadas tienen aplicaciones en el campo farmoquímico, médico, veterinario y agroquímico, entre otros. Fue fundada en 1991, cuando comenzó como un microemprendimiento familiar. Su planta productiva y sus laboratorios de control de calidad e I+D se encuentran establecidos en el Parque Industrial General Savio de la ciudad de Mar del Plata, en la provincia de Buenos Aires. Gihon cuenta con un personal de alrededor de 40 personas que incluye científicos, técnicos y operarios altamente calificados, con experiencia en los diferentes campos de trabajo e investigación en donde se han desarrollado (Gihon, 2018).

En una entrevista realizada al director del Área de Investigación y Desarrollo de Gihon, el doctor en Ciencias Químicas Alberto Chevalier, este contó que, desde sus inicios, Gihon "se dedica a la elaboración de productos químicos especializados de química fina y alto valor agregado, destinados a la industria farmacéutica" pero que, con el transcurso del tiempo, "se ha especializado en la producción de agentes bacteriostáticos empleados en la elaboración de vacunas", campo en el cual "es actualmente el mayor productor mundial, y opera como proveedor de las principales empresas farmacéuticas del mundo". Asimismo, la empresa "se dedica a la producción de compuestos raros de alto valor agregado y sobre la base de especificaciones provistas por el cliente" y "Si bien la empresa exporta el 85% de su producción a todo el mundo, en la última década ha comenzado a recibir numerosos pedidos de insumos de empresas farmacéuticas nacionales. De esta manera, el laboratorio ha desarrollado aproximadamente una docena de productos que han contribuido a la sustitución de importaciones" (Echeverría, 2013).

En la misma dirección, en una conferencia del congreso Nanomercosur 2017, Chevalier explicó que Gihon es una empresa familiar "que se fundó hace 27 años con mi padre y con mi hermano". Es una "empresa química o una empresa de síntesis de productos farmoquímicos que exporta más del 70% de sus productos a más de 100 países en todo el mundo". La empresa posee depósitos en Hamburgo, Alemania desde los cuales realiza las ventas. Además, es una única empresa "productora en el mundo de una molécula que se llama Thimerosal y que se utiliza

en la fabricación de vacunas, por lo tanto, todas las vacunas en el mundo que utilizan Thimerosal, utilizan el Thimerosal que sintetizamos nosotros en nuestra planta" en Mar del Plata. En este punto, destacó que "las cosas se pueden hacer bien en cualquier lado" y que "no hace falta estar en un lugar prestigioso como puede ser *Sillicon Valley*, Europa o Estados Unidos". Añadió, entonces, que todos los productos que vende Gihon son desarrollos propios y "eso está basado principalmente en que nuestra empresa, que no es una empresa de mucha gente, tiene un fuerte componente de profesionales":

> "Entonces más o menos 1/3 de la gente que compone Gihon es gente con título de grado y/o posgrado y alguna especialización en algo y conforma un equipo interdisciplinario, que es la que conforma el corazón, el motor de la empresa, que es nuestro laboratorio de Investigación y Desarrollo. De ahí salen todos los productos. Por eso somos bastante conocidos en el mundo y nuestros productos son recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) porque estamos trabajando en un mercado muy regulado como el mercado de las vacunas y los productos farmoquímicos […]. Nosotros tenemos más de una decena de proyectos de vinculación tecnológica público-privado con distintas universidades, institutos […] Nos gusta mucho la vinculación público-privada. Tenemos varios casos en consorcios asociativos público-privados firmados con muchas universidades […] nos gusta vincularnos. Yo creo que ese es uno de los problemas a resolver, que las dos partes quieran juntarse, la parte pública y la parte privada, para generar algún tipo de asociación y hacer que muchos de los desarrollos generados en la universidad y en los institutos científicos se vehiculicen a través de los departamentos de desarrollo y escalado de empresas, por ejemplo como la nuestra para terminar siendo un producto en el mercado […]" (Conferencia de Alberto Chevalier de Gihon en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

En la misma dirección, añadió que siempre apostaron a la vinculación público-privada y que les gusta "llevar el conocimiento y transformarlo en un producto

porque creo que al final la investigación científica debe tener algún impacto en la sociedad y las empresas tenemos la responsabilidad de vehiculizar ese conocimiento científico a través de los desarrollos, de nuestros laboratorios y de nuestras capacidades para saber lo que sabemos hacer, de llevar el conocimiento a indirectamente, aunque la gente no lo sepa, a la gente, a la sociedad" (Conferencia de Alberto Chevalier de Gihon en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

Sobre su relación con el sector de investigación y las universidades, el entrevistado refirió que en cuanto a los emprendimientos tecnológicos "hemos sido pioneros con muchos proyectos" y uno de los "más conocidos fue el de Stevia" y terminó en una patente, cuyo desarrollo "después terminamos vendiendo a una empresa de bebidas". Además, Chevalier es profesor de la UNdMP "hace más de treinta y pico de años y entonces mi relación con la universidad, con los institutos, es fluida desde hace mucho tiempo y conozco mucha gente en el ámbito académico porque trabajamos con ellos". Los laboratorios de I+D de Gihon están "bien equipados", por lo que "vienen de las universidades a hacer prácticos o a ver equipos que no están en la universidad y a ver nuestras plantas piloto". Entonces, con estos antecedentes, la relación "entre la empresa y la academia fue fluida porque yo tengo como un pie en cada lado":

> "Por lo tanto, fue casi hasta natural, que como nosotros somos una empresa de base tecnológica formada por emprendedores y que tiene un departamento de Investigación y Desarrollo e Innovación (I+D+i), se generen proyectos público-privados. El primero fue un desarrollo nanotecnológico, que fue el NanoAR. Nosotros tenemos más de 12 proyectos con el MINCyT. Ahí nos invitaron a participar grupos conocidos de la universidad, en este caso del CoMP del INTEMA, que dirige la doctora Vera Álvarez, a quien yo conozco. Nos invitaron a participar y nosotros aceptamos porque hay moléculas que nosotros sintetizamos que estaban involucradas en el proyecto […]. Básicamente lo que se hace es encapsular algún producto, reforzar algún material con algún producto químico y nosotros somos químicos –cuando digo químicos somos licenciados en química, doctores en

> química- y hacemos química y trabajamos con química" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Otra de las empresas participantes del CAPP fue YPF, que al igual que Gihon contaba con experiencias previas de trabajos con el INTEMA. YPF es una empresa argentina de energía dedicada a la exploración, explotación, destilación, distribución y producción de energía eléctrica, gas, petróleo y derivados de los hidrocarburos y venta de combustibles, lubricantes, fertilizantes, plásticos y otros productos relacionados a la industria. La compañía fue fundada en 1922 como empresa estatal y fue privatizada en 1992 y años más tarde adquirida por la española Repsol, en un contexto de desguace estatal que caracterizó la década de 1990. En mayo de 2012 fue convertido en ley un proyecto para expropiar el 51 % del capital accionario de YPF, que desde entonces posee el Estado argentino.

En el proyecto NanoAR, "la idea era desarrollar a partir de nanoarcillas nacionales, modificaciones sobre las nanoarcillas", dado que "las nanoarcillas modificadas tienen propiedades distintas a las nanoarcillas comunes sin modificar" y "uno siempre busca cambiar las propiedades para que algo sea mejor". YPF "quería utilizar estas nanoarcillas para aditivar a los termorrígidos, a los polímeros que se utilizan para hacer los tubulares para el transporte de petróleo, mejorando su vida útil" (Conferencia de Alberto Chevalier de Gihon en Nanomercosur 2017, 26/09/2017). En otras palabras, el proyecto "que tenía que ver con polímeros termorrígidos para ser aplicados en tubulares que luego iban a ser implementados en la industria del petróleo, podía generar una durabilidad del caño de más del 50% de la vida útil", lo que implica un ahorro de costos para las empresas petroleras, "principalmente YPF que es la que más consume y tiene el mercado más grande en el país":

> "Entonces nos pareció un proyecto, que además de ser muy interesante y tener matices nanotecnológicos, además tenía a nuestro parecer un impacto social y económico beneficioso para el país porque en este caso el 51% de YPF es del Estado, digamos es de toda la gente. Así que por eso nos

interesó. Ese proyecto concluyó exitosamente en generar un producto reforzado con nanoarcillas modificadas para producir un material que sea mejor contra el agua, contra el oxígeno, que eso al final hace que el caño en su vida útil dure 50-60% más del tiempo. Eso es mucha plata" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Otra empresa que integró el CAPP es Electroquímica DEM, una PyME cuya actividad consiste en la elaboración y distribución de productos químicos destinados al lavado, la higiene y la desinfección institucional y del hogar –además de elaborar sus propios envases-, y la distribución de productos químicos básicos a industrias y consumidores. Fue fundada en 1976 y se encuentra radicada en Mar del Plata. En su sitio web informa que mantiene convenios de cooperación con instituciones universitarias, y que los estudiantes pueden realizar sus prácticas profesionales en las instalaciones de la empresa (Electroquímica DEM, 2018).

Una empresa que no integró formalmente el CAPP y que participó en el proyecto de manera informal, fue Minarmco SA. Se trata de una empresa minera dedicada a la explotación, molienda y envasado de arcilla bentonita, ubicada en el Parque Industrial de Cutral Co en la provincia de Neuquén. Para el proyecto, Minarmco se encargó de proveer este recurso para que los integrantes del CAPP pudieran realizar los estudios y análisis necesarios. Durante 2017 la minera comenzó a reducir su personal y para el mes de agosto fueron despedidos alrededor de 20 obreros.[175]

Según la directora del CAPP, Vera Álvarez, "Minarmco nos proveía las arcillas en oportunidades previas, pero no participó de manera formal en el proyecto. A través de Minarmco tuvimos contacto con Albano Cozzuol y Acsur, ya que no habíamos tenido relación previa con estas dos empresas" (Comunicación telefónica con Vera Álvarez de INTEMA, 12/07/2017).

[175] Ver: http://www.infogremiales.com.ar/cierre-y-despidos-en-una-mina-de-cutral-co/ y https://www.lmneuquen.com/cierre-minarmco-los-obreros-hacen-empanadas-sobrevivir-n561088. (Consultado el 14/02/2018).

Acsur funciona desde 2002, produciendo preformas de PET, destinadas a las industrias de bebidas, aceites comestibles y productos de limpieza. Su planta industrial se encuentra emplazada en el Parque Industrial de Río Grande, en la provincia de Tierra de Fuego (Acsur, 2018). Por último, Albano Cozzuol, industria de plástico y metalúrgica, comenzó su actividad en 1953 como pequeño productor de moldes y matrices para terceros. Cuenta con varias plantas productivas ubicadas en las localidades de La Plata y General Pacheco, en la provincia de Buenos Aires y en la localidad de Río Grande, provincia de Tierra del Fuego (Albano Cozzuol, 2018). A mediados de 2017 la industria comenzó a reducir su personal, aunque al interior de la empresa aseguran que no tiene relación con el declive de la actividad industrial que atraviesa el país.[176]

Conformado el CAPP, el proyecto involucraba la producción primaria de arcillas, su modificación y su incorporación a polímeros hasta la fabricación de componentes intermedios y productos finales. La empresa Gihon participó en la síntesis de insumos para la modificación química de las arcillas, el escalado de los procesos de modificación de las nanoarcillas y de la dispersión de estas en termoplásticos y precursores de termorrígidos y en el diseño y control de procesos en la escala preindustrial. El desarrollo de dispersiones de las nanoarcillas en matrices poliméricas debía estar a cargo de Albano Cozzuol, Acsur y Electroquímica DEM. Además, la empresa DEM, debía participar en el desarrollo y evaluación de uno de los productos finales, cajas térmicas de espuma de polietileno modificado con nanoarcillas, mientras que YPF debía probar en campo los tubulares de matriz termorrígida modificada con nanoarcillas. Estos tubulares tendrían mejores propiedades mecánicas, mayor resistencia al desgaste, menor difusión de sustancias de bajo peso molecular y mayor estabilidad térmica. Asimismo, las empresas aportaron recursos para llevar adelante el proyecto, ya sean humanos, de logística y económicos en algunos casos (Lombera, 2015; Álvarez et al., 2012).

[176] Ver: https://notasperiodismopopular.com.ar/2017/05/11/despidos-fabrica-plasticos-albano-cozzuol-gonnet/ y https://realpolitik.com.ar/nota/25323/amp_34_te_envenenan_te_rompen_y_te_echan_no_les_importa_nada_amp_34_denuncio_un_despedido_de_albano_cozzuol (Consultado el 16/02/2018).

Según la directora del proyecto, Gihon “tuvo a cargo el desarrollo de los modificadores y el escalado de las arcillas modificadas, área en el que ya contaban con experiencia previa”, Albano Cozzuol, Acsur y Electroquímica DEM “en la dispersión de las nanoarcillas en las matrices poliméricas”. Además, “DEM formó parte además del desarrollo y la evaluación de las cajas térmicas, mientras YPF lo hizo en el desarrollo de los tubulares”. El escalado de los procesos de laboratorio, así como su optimización se realizó en Gihon, “que también contribuyó en etapas posteriores del proyecto, relacionadas con el desarrollo de los prototipos”. Pero, “tuvieron mayor participación en el proyecto YPF, que en ese momento todavía no era Y-TEC, y Gihon. Y un poco más Electroquímica DEM”. En sus palabras, todas “las empresas se involucraron”, aunque “lo que sí hubo que hacer fue un reacondicionamiento del lenguaje o del idioma para poder entendernos con ellos”. Finalmente “se conformó un grupo interdisciplinario con intercambios y trabajos semanales del consorcio. A medida que se avanzaba en el proyecto con cada una de las partes que integraba esa etapa se discutían los resultados parciales y los pasos a seguir y se hacían reevaluaciones en forma continua” y “actualmente estamos en un proceso de búsqueda de socios para poder avanzar en la etapa de comercialización” (Comunicación telefónica con Vera Álvarez de INTEMA, 12/07/2017).

Contrariamente a la visión de la directora del NanoAR, desde Gihon señalaron que la participación empresarial fue escasa y hubo poco involucramiento y compromiso de las empresas. Chevalier explicó que “la estrategia del Consorcio fue buena” porque “se pensó incluir la parte pública, que es el CONICET, UNMdP, INTEMA, que es lo mismo” y para la parte privada “se quiso poner dentro del Consorcio, desde el proveedor de la arcilla -que era una arcilla nacional que nosotros íbamos a modificar para darle las propiedades y después aditivarla- hasta el consumidor final”, “teniendo en el medio la empresa procesadora, la que iba a hacer el proceso de la transformación para llegar a eso”:

> “Estaba bien pensado. Se buscó al fabricante de la arcilla que era una empresa que se llama Minarmco, después estaba como uno de los

> destinatarios finales YPF y estaba Albano Cozzuol y DEM que son posibles destinatarios de esta tecnología porque algunos hacen autopartes, entonces poner refuerzos en las partes plásticas de los autos o de los camiones, eso hace que esas partes sean más livianas, sean más resistentes. Y DEM que hace unos productos más aislantes […]. Y estaba Gihon que era el que hacía todo el proceso. Gihon agarraba lo que se había investigado en el CoMP, lo escalaba que esa es nuestra especialidad, hacer la parte del escalamiento, pasar de un producto de laboratorio a una planta piloto y luego a un procedimiento, a un protocolo industrial […]" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Aunque, "en realidad eso no ocurrió así". Minarmco cambió de directorio y renunció al CAPP: "nunca se negó a proveer la arcilla, pero no quiso estar en el Consorcio por algún problema del directorio". Las demás empresas, "a no ser YPF, no participaron casi nunca". Algunas participaron en alguna reunión de CAPP, "pero sino yo no veo participación". Según Chevalier, el proyecto "fue llevado adelante por el CoMP, el grupo de Vera, y por Gihon" y "la participación de YPF fue activa en las reuniones y en todo lo que es el seguimiento del proyecto, pero YPF estaba en el Consorcio para dar las especificaciones del producto que ellos querían, en ese aspecto sí colaboró" y "Las otras empresas la verdad es que no":

> "Eso fue bastante dispar. Gihon tenía que trabajar porque si no el proyecto no era viable porque lo que hacía era llevar un producto de laboratorio a la escala industrial. Esa parte se logró con éxito, las pruebas se hicieron con éxito, YPF hizo también algunas pruebas y siempre participó en las reuniones, pero las otras empresas, no. Es más, no les conozco la cara. De esas empresas no sé ni quiénes son porque no estuvieron. Quizás aceptaron estar en el Consorcio, pero sin ningún tipo de compromiso. En ese sentido, YPF sí tuvo más compromiso. De Gihon lo descarto, porque Gihon llevó adelante el proyecto junto con el CoMP. Con el grupo de Vera fuimos quienes llevamos adelante el proyecto. Hubiese sido imposible llevar adelante el proyecto si Gihon no hubiese estado en CAPP. Quizás después por eso

> muchos grupos de investigación nos llamaron para participar porque nosotros presentamos 10/12 proyectos y todos fueron aprobados, en alguna instancia por el MINCyT. Y ya nos conocen, cómo trabajamos. Somos una empresa de base tecnológica que tiene I+D, entonces es difícil encontrar una empresa que tenga I+D de tamaño PyME emprendedora, que es justamente lo que necesitan este tipo de proyectos. Las empresas a veces son complicadas para estos CAPP" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Desde YPF, la persona encargada del proyecto explicó el interés de la petrolera en el NanoAR, que se concentró en la optimización de su nivel productivo de hidrocarburos, añadiendo que poseía una relación con el INTEMA "de larga data" de alrededor de 20 años. Las petroleras, explicó, "tenemos campos maduros y tenemos campos no convencionales". Los campos maduros consisten en hacer una perforación exploratoria y encontrar petróleo. Después "se hace una perforación que se llama pricer para delimitar la zona donde está el yacimiento y después viene la etapa de desarrollo", que es "ya perforando muchos pozos" y "hacer los estudios para saber qué valor de reserva tenemos ahí abajo y cuándo lo vamos a recuperar":

> "Entonces cuando hacemos un primer pozo en un yacimiento nuevo y tenemos suerte, empieza a producir por primaria. Por primaria es que se hace un pozo petrolero y sale el fluido de manera normal con la propia presión del fondo del reservorio. Pero después la presión baja. Cuando la presión baja, tenés que poner sistemas artificiales para sacar el petróleo del fondo y llegamos al punto de poner una bomba electrosumergible que es la más grande que hay para poder sacar más. Pero si continuamos sacando, la presión va a seguir bajando. Entonces ¿cómo evitamos nosotros que la presión baje? Tenemos que hacer pozos inyectores e inyectar agua. Entonces le metemos agua y dentro de la capa de petróleo, empieza a barrer todo el petróleo que está en los intersticios de la roca. Eso se llama recuperación secundaria. Ese es el sistema secundario. Esa es la buena noticia. La mala noticia es que cuando metemos agua ahí adentro

> empezamos a lixiviar la roca, entonces empezamos a disolver los cloruros, los sulfatos, los carbonatos, entonces la roca que antes no era muy corrosiva, se transforma en corrosiva por la cantidad de cloruro. Empieza a tener problemas de corrosión. Los materiales se dañan. Eso por presión y temperatura. Entonces, nosotros en función de la condición del servicio estamos aplicando tecnología de uso de tubulares de plástico porque resisten mucho más. No tienen ningún daño ante la corrosión […] pero los plásticos tienen sus limitaciones en resistencia química […] ese material tiene sus limitaciones" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Para mejorar la performance de este tipo de material, "entra el mundo de los nanomateriales". Se eligió la nanoarcilla porque desde YPF se hizo una investigación "a nivel mundial y a nivel nacional, y sabemos que uno de los mecanismos de falla que tiene ese tipo de plástico acá es la hidrolisis". Es decir, "el agua entra dentro de la matriz polimérica y empieza a lixiviar las sales que tiene la matriz polimérica y deja la fibra expuesta" y para impermeabilizarlo se utilizan las arcillas. Para poner las arcillas en la matriz polimérica "se debe hacer al estilo nano", lo que va a permitir "materiales que se unen cada vez con más fuerza", "mayor resistencia mecánica", lo que permite "trabajar con mayor facilidad". Entonces, YPF integró el NanoAR para obtener ese material y obtener "productos que no existen en el mercado mundial" fabricándolo en Argentina:

> "Y ahora estamos en la etapa, que sería la última, que estamos hablando con tres empresas nacionales para hacer los contactos necesarios y empezar a hacer las pruebas para poner ese tipo de material que hemos fabricado para poder verificar si la performance realmente es mejor o peor que lo que estamos fabricando al día de hoy […]. Se llegó a un producto. El producto está. Lo que estamos buscando ahora son socios, el industrial. Y tenemos contactos con empresas, pero todavía no tuvimos tanta suerte […]. El problema es que hay un parate de la industria muy fuerte con el petróleo a 50 dólares el barril y es más complicado hacer las cosas […] por ahora

> tenemos una crisis porque no hay mucho volumen de compra y por el momento no podemos invertir en el producto. Pero cuando empiece a remontar, yo empiezo a molestar de nuevo […]. Además estoy curioso para saber cómo va quedar con los caños. Una cosa es hacerlo en un laboratorio y otra cosa es fabricar un producto y poner a 2000 metros de profundidad y que tiene que durar 30 años. […] Sabemos hacer las cosas, lo que nos falta es que el precio del petróleo suba un poquito más" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

En la misma línea que Gihon, desde YPF remarcaron la escasa participación empresarial, al sostener que los grupos de investigación de INTEMA, Gihon e YPF "siempre estuvimos en contacto" y "hacíamos las reuniones bimestrales", también "Había reuniones periódicas y se hacía con bastante frecuencia". YPF tuvo "mucha interacción con los laboratorios como Gihon". Y sobre las otras empresas comentó que "al inicio vinieron algunas y después empezaron a no venir más" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017). Así, en el transcurso del NanoAR las empresas Acsur y Albano Cozzuol, y en menor medida Electroquímica DEM, no tuvieron casi ninguna participación.

En cuanto a la ejecución del NanoAR, Gihon ya contaba con varias plantas piloto por lo cual no hubo necesidad de desarrollar una a través del proyecto. Y respecto a los resultados, aunque los productos están desarrollados, todavía no se llegó a la comercialización. Chevalier explicó que Gihon desarrolla "cosas para nosotros y hacemos desarrollos para terceros en otras partes del mundo" y durante los últimos 20 años invirtió en la construcción de varias plantas piloto. Así, la empresa posee cuatro plantas piloto "de distintas capacidades con distintos materiales de construcción de reactores" y se especializa en el cambio de escala. En el NanoAR en particular, Gihon se centró "mucho en el tema de los termorrígidos para tubulares porque ese es un mercado muy grande" y "pensamos que tendría un impacto muy importante en el gasto público porque poder tener caños que duren 50% más del tiempo, que si duran 20 años pasan a durar 30 años, eso es un ahorro de decenas de millones de dólares":

> “La cantidad de miles de kilómetros de caños que hay desparramados por todo el territorio argentino que es muy grande, es mucho. Y si YPF, que era parte del Consorcio y tiene el 60% del mercado, reemplaza o empezaba a reemplazar los caños que se hacían o los nuevos caños con estas modificaciones, las otras empresas también lo iban a hacer. Pero ahora lo que dicen es que necesitan hacer el desarrollo de los caños en campo y que no tienen plata. Yo estoy un poco desilusionado de que haya quedado trunco el proyecto. A mí me gustaría verlo en la tierra o en las petroleras […] hemos hecho todas las pruebas [a caños en el laboratorio], se han hecho en el CoMP y se ve que el caño por supuesto es muy mejorado y haría ahorrar mucho dinero, quizás haría ahorrar 500 millones de dólares y para hacer una prueba de desarrollo hacen falta 2 millones de dólares. Pero bueno, no sé porque no se hace. A ese tipo de decisiones no llego. No sé por qué YPF ahí lo dejó en stand by, por no decir muerto […]. Es verdad que tienen que hacer pruebas de campo y eso requiere dinero. Las pruebas de campo con 2 millones de dólares se hacen y después el ahorro es de capaz que decenas de millones de dólares. Entonces la relación es importante, por supuesto tienen que invertir en hacer el desarrollo. Para implementarlo necesitan que esté aprobado el producto por los organismos internacionales. Hay que hacer las certificaciones y eso tiene un costo” (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

En cuanto al desarrollo de las espumas de polietileno para Electroquímica DEM, comentó que “es un mercado pequeño y creo que quizás no hubo mucho interés de la empresa que estaba atrás del desarrollo” (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

La directora del NanoAR agregó que fue una experiencia muy positiva y exitosa, a pesar de las dificultades que generó la parte administrativa: “Cuando el Banco Mundial vino a hacer misiones para revisar los proyectos, nos eligieron para ser auditados. Además, el proyecto generó muchos papers, presentaciones en Congresos, una experiencia de aprendizaje”. La administración “fue difícil porque

requería mucha demanda y tiempo, lo que puede redundar en que no podíamos estar 100% enfocados en la ejecución del proyecto. Fue bastante complejo" (Comunicación telefónica con Vera Álvarez de INTEMA, 12/07/2017).

En el mismo sentido, desde YPF comentaron que la parte administrativa fue complicada. Se compró poco equipamiento y se lo quedó la parte pública, es decir, el INTEMA: "Compraron uno muy fuerte que es el Electrómetro de Transmisión que también les costó mucho llegar, y después algunas cosas más". Mientras que "las empresas no ganaron nada". Aunque, en palabras del entrevistado, "Lo lindo del contacto que estamos teniendo con INTEMA es que estamos haciendo las cosas para generar un producto final. Si yo siento que ese producto no va a llegar a ser comercializado, lo abortamos acá. Porque no tiene sentido para nosotros" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Por su parte, desde Gihon, Chevalier explicó que "Las cuestiones administrativas y comerciales son complicadas porque como en estos proyectos siempre las compras las hace la universidad" y "la universidad es bastante ineficiente en hacer compras":

> "No se puede comparar a cómo compra una universidad a cómo compra una empresa. Los protocolos que tiene la universidad para comprar son tan burocráticos que terminan teniendo tantas complicaciones y una compra administrativamente puede durar meses […]. Cuando yo quiero comprar algo apruebo las especificaciones de lo que quiero comprar y de un día para el otro firmo la orden de compra. Es una empresa. En la universidad no sé quién la tiene que ver, Legales, el Departamento del Rector, el portero, no sé, todo el mundo tiene que mirar. Pasa por tantas instancias que eso se va atrasando. El atraso hace que en las últimas épocas que vivimos desde el año 2008 hasta el 2016/2017 con la inflación creciente [y la devaluación] […] como en estos proyectos increíblemente hay que cotizar en pesos, entonces estamos en una camisa de fuerza. Porque como no te dejan cotizar en dólares, porque además es dinero del BM y del BID, que dan dólares me imagino al ministerio. No entiendo cómo es esa legislación, si el MINCyT tiene los dólares y después los cambia, pero si los cambia los cambia al precio

> oficial, pero hay que respetar los pesos que pusimos. Entonces estamos entrampados" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

En este punto agregó que el NanoAR "fue un proyecto muy grande" y "una variación de uno o dos pesos en el dólar es un montón de plata", por lo que "tenés que andar pidiendo reconsideraciones, que te hagan refuerzo". En su opinión, "los temas administrativos de compras yo creo que son lo más complicados":

> "A mí no se me cayó ningún proyecto, pero he escuchado que muchos proyectos se han caído. [Cuando] le dieron el control total del dinero a las universidades, ahí terminó de arruinarse todo. Hace 3/4 años el control del dinero de los gastos administrativos y de gestión lo tienen las universidades [La universidad y la empresa] ponemos gastos de administración, de viáticos, para movernos y después la universidad me dice que no paga viáticos a empresas privadas. Pero la plata es nuestra. 'No, pero entró a las arcas de la universidad'. Pero la plata fue para el proyecto. Entonces, ¿cómo no me va a pagar? Ahí empezamos con los problemas y con varios proyectos tengo ese problema. No les pagan a los gestores que tenemos contratados para que hagan los informes técnicos, para que generen las reuniones. No sé si les deben 10 meses o 12, con plata que ya nos dio el ministerio. Y como la tiene la universidad y no nos la da porque dice 'Nosotros no podemos hacer transferencias de más de 20.000 pesos o 10.000 pesos', entonces son todas cuestiones burocráticas que hacen que las empresas se tengan que hacer cargo de gastos que no tenían en cuenta […]. ¿Qué me genera a mí? Y la verdad que no tengo muchas más ganas de presentarme a ese tipo de proyectos. Entonces, cuando quiero hacer algo hago un ANR TEC, en donde no necesito una universidad y genero un proyecto igualmente con un instituto, pero la plata la administro yo, la administra la autoridad. Yo digo que quiero comprar esto, el ministerio/la Agencia le transfiere el dinero, pero lo hace de una manera mucho más directa. Hay cuestiones de gastos que cuando las universidades presionaron para que ellos manejen el dinero lo único que

> hicieron fue complicar más cosas y creo que las empresas no quieren esas demoras porque las empresas ponen plata en los proyectos. Las contrapartes la ponen las empresas. Yo pongo plata en todos los proyectos. Me dan, pero yo pongo contraparte. Tengo que poner contraparte y para la contraparte tengo que seguir haciendo cosas, hago infraestructura. Y después, el proyecto se demora porque las universidades no pueden transferir 10.000 pesos, entonces la verdad es que no tengo más ganas de hacer ese tipo de proyectos […] lo único que está pasando con este sistema es que, si esto sigue así, en vez de incentivar a las empresas a que trabajen con la parte pública, es todo lo contrario. Yo he levantado el pie del acelerador y miro muy bien los proyectos en donde voy a entrar" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

A pesar de las dificultades administrativas y burocráticas, el entrevistado de Gihon reflexionó que a pese a sus quejas, "somos considerados una de las empresas de base tecnológica con espíritu emprendedor más icónicas de la Argentina en tecnología química y está a la vista". Por lo que si "yo digo que voy a hacer una cosa y me presento a un proyecto y tengo el sí fácil. El problema es que digo que sí":

> "Ahora entré en otro tipo de proyecto. Hice un ANR internacional y lo hicimos con una empresa de España que van a trabajar en panificados y fibras dietarias y nosotros vamos a hacer micro o nanoencapsulados de omega 3 para que se le incorpore a esos alimentos y la gente pueda consumir el omega 3 cuando come pan, cuando toma leche, cuando come carne, un montón de cosas sin que se dé cuenta […] nosotros vamos a inaugurar la primer planta en concentrados de moleculares de omega 3, aceite de pescado en uno o dos meses. Estamos en ese proyecto internacional porque afuera ya se están agregando todos estos suplementos, el mercado de los suplementos dietarios es muy grande y ahí entra la micro y la nanotecnología […]. Nosotros podemos encerrar casi cualquier cosa en una cápsula, ya sea de tamaño nanométrico o de tamaño micrométrico porque a veces no necesito que sea nano. A veces no me sirve que tenga tamaño nanométrico,

> me sirve que sea micrométrico […]. Una cosa no es mejor que la otra, lo que pasa es que como ahora parece que la nanotecnología es la salvación del mundo, resulta que existe hace miles de años la nanotecnología. Lo que pasa es que ahora la estamos manejando y la sabemos aplicar" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

Y agregó que Gihon también trabaja "en nanomedicina oncológica", en "nanomedicina para veterinarios, trabajamos haciendo nanomedicina para un montón de cosas", pero "también hay aplicaciones que se hacen para el mercado de la alimentación, que para mí es un mercado muy bueno porque es un mercado muy grande en el mundo" y "hay que ir a buscar los mercados afuera". Entonces, ese proyecto "fue aprobado"

> "[…] así que yo me quejo, pero me sigo presentado a proyectos […]. Yo considero que el NanoAR empezó y terminó como debía, en tiempo, con informes, con las compras, aunque hubo que generar un equipo administrativo que se dedique exclusivamente a compras y al seguimiento. Eso se hizo muy bien. Nosotros trabajamos muy bien, estamos acostumbrados a trabajar con el equipo de Vera, entonces nos llevamos bien. Sabemos lo que tenemos que hacer, todos trabajamos mucho. Generamos los productos, generamos las nanoarcillas modificadas, hicimos los caños, se hicieron las pruebas, se llegó al producto final […] en la Argentina tenemos las nanoarcillas que hay en tres lugares del mundo. Estas arcillas que se usan para hacer la modificación […] lo bueno es que uno está acá, quiere decir que tenemos la arcilla, tenemos el equipo que puede hacer las cosas y tenemos el usuario y el impacto sobre el gasto público. Entonces es muy lineal, por eso el proyecto quedó muy bien. Terminó bien, se trabajó, se hizo, se generaron los informes, se escribieron trabajos, se presentaron papers. […]. Entonces el proyecto fue, además de un proyecto prolijo, es un proyecto que tiene impacto social. No lo ha generado todavía, pero potencialmente generaría el impacto en un ahorro en dinero de las arcas públicas. Por eso es un proyecto muy bien considerado por el Banco Mundial. Además, que ha

> sido rendido correctamente en tiempo y en forma […]. A mí sí me piden nanoarcillas yo las vendo porque puede ser utilizada para otra cosa. Es una nanoarcilla y eso lo podemos vender porque tiene otros tipos de usos. Quiere decir que en alguna medida estamos comercializando algún producto nanotecnológico como son las arcillas modificadas" (Comunicación telefónica con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

En resumen, el NanoAR se encuentra finalizado y aunque los productos desarrollados en el marco del mismo aún no se comercializan. Se espera a un futuro poder alcanzar esta etapa y concretar ventas. Por otro lado, otros resultados fueron la formación de recursos humanos, la consolidación de la infraestructura y adquisición de nuevo equipamiento en el INTEMA, publicación de papers y presentaciones en congresos.

4.3.2. Nanocompuestos de matriz metálica y aleaciones nanoestructuradas

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 metalmecánica. Los requisitos fueron la vinculación entre PyMEs metalmecánicas argentinas con las tecnologías de producción de aleaciones nanoestructuradas de aluminio y la fabricación de materiales magnéticos nanoestructurados. 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 Nº 002/10).

Los tres proyectos financiados en nanocompuestos fueron “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”, “Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies” y “Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica”. En las siguientes subsecciones se presentan y analizan cada uno de estos proyectos en detalle.

4.3.2.1. Nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas

Para el proyecto titulado “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”, 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 (GMA) 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 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. Este centro tecnológico buscaría acercar el uso de la nanotecnología a las PyMEs del sector, dado que las empresas no estaban 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, pero además incluía la difusión de las ventajas que ofrece la nanotecnología para los productos de la industria metalmecánica (Rey, 2014).

Según el director del proyecto, Audebert, el desarrollo de la plataforma tecnológica requería la formación de recursos humanos y la compra de equipamiento "para poder armar una especie de Centro Tecnológico". Por otra parte, aclaró que "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". Aunque, la parte más importante según el director fue el equipamiento ya que "es lo que Argentina no tiene". Entonces, el proyecto se planteó "en función de eso":

> "[…] 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, si no 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, logró 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, lo que ofrece 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*, 2008b).

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 a esta asociación, 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 identificado como un sector clave para el desarrollo del país, y que agrupa a más de 60 cámaras metalúrgicas de la Argentina, tanto sectoriales como regionales que alcanzan a más de 24.000 empresas en todo el territorio argentino y que generan unos 300.000 puestos de trabajo directos. Según su sitio web, ADIMRA orienta el esfuerzo a favor del federalismo, la industria nacional y la integración entre gremios y empresarios. Interactúa con entidades públicas y privadas, y capacita y actualiza al personal de sus empresas representadas. Asimismo, promueve la actualización tecnológica para proveer mejores maquinarias, equipos, componentes e insumos a otras áreas productivas (ADIMRA, 2017). 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 de 2000 decidió 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 y la relación de ADIMRA con la nanotecnología, su ex director de Tecnología y Formación comentó que en 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":

> "Teníamos tres. Uno de ellos después desistió. Desistió porque no entendían la mecánica y tenían miedo de que los iban a forzar más allá de lo que suponían porque no había experiencia en este tipo de Fondos Sectoriales […]. Pero, en definitiva, 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". Precisó 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'". En palabras de Audebert, ADIMRA "es el socio natural" ya que "nosotros formamos ingenieros que van a trabajar a la metalúrgica y en el Departamento de Mecánica es la enseñanza específica para lo que ellos sigan […] la relación era ya natural y previa" (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En cuanto a las empresas del CAPP, en un 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, 2017).

La relación entre Iapel y el GMA que fue iniciada por el investigador Fernando Audebert, data de varios años de trabajo en conjunto. Dado que el 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 empezaron a buscar aplicaciones para 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 el grupo empezó a trabajar con empresas:

> "Yo estoy en Oxford desde el 2001, estoy mitad del tiempo acá y mitad del tiempo en Buenos Aires. Trabajo con empresas acá y con empresas en Argentina. Entonces, en algunas aplicaciones por ejemplo, en el tema de los pistones empezamos a trabajar con Iapel en su momento […]. Y así empezamos a hacer un acercamiento con ellos. Seguimos trabajando con Iapel, 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" (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Iapel, en principio, se sumó "porque ya veníamos interactuando con ellos", aunque después "cuando ve los papeles se salió". En este sentido, el investigador añadió que "es muy complejo todo el sistema de firmas en los FONARSEC", lo que "asusta a muchas empresas". Y "es lo que pasa muchas veces con los FONTAR por eso mucha gente no se mete en los FONTAR porque son muy complicados. Y a las empresas no les gusta complicarse con papeles administrativos" (Comunicación vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

Sobre el retiro de Iapel del CAPP, la directora del FONARSEC (2009-2017), Isabel Mac Donald comentó que cuando "el proyecto estaba evaluado, aprobado, defendido ante los jurados externos" e "íbamos a firmar" uno de los empresarios se negó a firmar el acuerdo:

> "[…] dijo 'No, eso lo maneja mi viejo. Mi viejo no tiene la menor idea. Eso de la innovación, la comisión investigadora y el investigador es amigo y que hace años que trabajan juntos. Pero yo no voy a meter a mi empresa en este lio,

después acá hay una cláusula que dice que somos solidariamente responsables'. 'Sí, son solidariamente responsables de los montos de los fondos que se les otorga. Por eso es un consorcio, es una asociación *ad hoc* que no se registra en el registro de empresas ni nada, pero sí hay un compromiso entre todos de usar los fondos para los fines que fueron otorgados y en eso son solidarios o no'. 'A mí si no me sacan la cláusula, no te puedo firmar el contrato'. Los otros empresarios hicieron una re súper reflexión acerca de si les convenía seguir en el programa. Estuvimos parados como 4 o 5 meses más hasta poder firmar ese contrato. Es decir, esa empresa metalúrgica seria, con historia en Argentina, y sin embargo por más grande que sea, el decisor final, parte familiar, no aceptó que se firmara ese contrato" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

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", que significa "comer" o "comida" en alemán. Con el correr de los años, Essen fue multiplicando su línea de productos, incorporando nuevos diseños y técnicas. Lo que en un principio fue una pequeña empresa de fundición, se transformó en la fábrica de cacerolas de aluminio fundido más grande del mundo. Actualmente su planta industrial se encuentra Venado Tuerto, ocupando alrededor de 470 personas, de los cuales 320 son empleados del área industrial (Essen, 2017).

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 por el año 2005 o 2006 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 […] nuestra inquietud de entrar acá es porque estábamos en relación con él […] 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 al CAPP fue CT Electromecánica SRL, una PyME que se encuentra ubicada en la localidad de Parque Chas de CABA. El sitio web de la empresa no ofrece mucha información y su última actualización data de 2002. La escasa información que brinda es que fue fundada en 1973 produciendo máquinas de electroerosión manuales. Más adelante, comienza a fabricar máquinas con CNC y máquinas de corte por hilo. Además de las máquinas de electroerosión, comenzó con la producción de tornos CNC (CT, 2017).[177] Sin embargo, más recientemente la empresa también incursionó en la nanotecnología, llegando a fabricar nanotubos y fullerenos de carbono,[178] que

[177] La electroerosión de materiales es un proceso tecnológico de remoción de materiales, que permite efectuar mecanizados en piezas que con otros métodos sería más difícil o imposibles de elaborar, debido a su complejidad, naturaleza del material o dureza del mismo. En lugar de cortar el material, la electroerosión lo funde o vaporiza, generando una línea de corte precisa y escasa formación de escoria. El mecanizado por electroerosión ha posibilitado una multiplicidad de aplicaciones y también ha dado lugar a máquinas electroerosionadoras. Ver: http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/maquinas-para-electroerosion. (Consultado el: 12/12/2017).

[178] 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).

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”. Además, la empresa tenía “alguna experiencia porque le fabricamos una máquina para hacer uranio molibdeno en polvo a una universidad en Estados Unidos” y de eso, “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 nanotubos y fullerenos […] y llegamos a hacer nanotubos y fullerenos, pero la empresa necesita vender para poder subsistir. Teníamos una persona que trabajaba permanentemente, una chica que ahora es doctora en Química. Y 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. Y estábamos encarando, porque era prototipo, uno más grande. 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. Vos tenés una fábrica y no te compran, tenés que cerrar” (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, “sabían que yo hacía nanotecnología y me dijeron de poder participar y dije sí. Total, a mí me parece que el país necesita tener investigadores que creen cosas buenas. Entonces, como 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”, ya que “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 el CAPP, para llevar adelante la conformación del centro tecnológico de nanocompuestos y nanomateriales para la industria metalmecánica, el director del proyecto, Audebert, 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. En el CIDIDI “íbamos a poner los equipos y en otra parte se iba a hacer el centro más de diseño, y complementar el diseño con la ingeniería”. El diseño ingenieril, explicó, es “lo que demanda la gente visual 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 espacios 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. Finalmente, después

> de varios devenires porque casi creamos en este momento otro Centro que iba a ser en Puerto Madero, 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 sea finalmente el INTI, las idas y venidas en este sentido generaron fuertes demoras en el proyecto. Para avanzar en la ejecución de compras de equipos pendientes, hubo una serie de dificultades que el director se encargó de señalar al sostener que "El problema de políticas es algo que nos está destrozando porque en estos proyectos todo está en dólares porque tenés que comprar al exterior, pero se pasa a pesos y se tiene que mantener el dólar", así que el atraso en los papeles para las compras impacta en el presupuesto del proyecto. De esta forma, Audebert señaló que "se nos cayeron equipos por la falta de poder de compra de la moneda argentina por la devaluación del peso":

> "Entonces este proyecto estaba en 3 o 4 pesos, imagínate ahora, no puedo comprar nada. Y 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 fíjate 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" y "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". Pero 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. Sobre este punto, Audebert explicó que se debe distinguir algo que funciona de algo que funciona y lo compren. 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, explicó que se encuentran en un momento “donde estamos logrando la aplicación, pero tenemos dos problemas”. Por un lado, “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 salvo algún loco para colección, no me la compra nadie. Entonces, estamos ahí tratando de encontrar ahora, por eso estábamos viendo con INAL[179] […] que es el organismo oficial que si vos

[179] El Instituto Nacional de Alimentos (INAL) funciona en el ámbito de la 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).

> 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 porque depende de que elementos nos permitan o no, si esto tiene después funcionamiento o no. Estamos en eso […] 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, aclaró que no ve "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 que se alcanzaron con el proyecto incluían el desarrollo del conocimiento a través de publicaciones científicas del grupo de investigación de la FIUBA y, por otro lado, la formación de recursos humanos calificados. También se generaron conexiones a través del proyecto entre el grupo de investigación con otras empresas interesadas dentro del área de la metalmecánica. En cuanto al equipamiento para el centro tecnológico, se trató de la parte más floja de este proyecto, porque sólo "se compró una parte" y "se logró ahora que el INTI ponga esfuerzo". En este sentido, según Audebert, "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 hacía 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 son disimiles. 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 al sostener que "te cansa la burocracia":

> "[…] 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 vía Skype con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

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 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 descontinuar 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”:

> “[…] eso no es que se murió, yo creo que está lento […] 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 fíjate que este proyecto dura 3 o 4 años y no se concluye. No avanza. El mundo corre a 120 km 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 soy una persona que no confío en los fondos del Estado. No porque no te los den, sino porque muchas veces hay cosas raras atrás y eso no me gusta. Yo con lo mío perdí, no pasó nada, chau. Y estoy limpio. Si hubiera habido plata de ellos, 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 […] las empresas siendo dos, una se benefició […]. 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 [la FAN] se hizo […] la vinculación… el uso de la nanotecnología y la posibilidad de hacer proyectos que quieran hacer emprendimientos en los cuales la nanotecnología está presente, está. O sea, como subproductos, no es un subproducto en lo inmediato ni es un subproducto como producto concreto. 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. Si no 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 la generación de la 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 estaba incompleta y el lugar físico de la plataforma, si bien estaba definido, no se encontraba en funcionamiento.

4.3.2.2. Clúster Nanotecnológico

Para el proyecto “Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies funcionales”, se conformó un CAPP que reunió al Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) dependiente de CONICET y UBA, la Gerencia Química dependiente de CNEA, por la parte pública. Por la parte privada, participaron las empresas Laring S.A. y Rhein Chemie Argentina (ex Darmex S.A.). El doctor en Ciencias Químicas, Ernesto Calvo perteneciente al INQUIMAE, se encargó de la dirección del proyecto. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $9.742.200 –alrededor de 2 millones y medio de dólares–, con una contraparte de $3.924.062,65 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y debiendo finalizar a fines de 2015.

El objetivo del proyecto fue la creación de una plataforma que posibilite el diseño, construcción, caracterización y escalado de superficies funcionales mediante la utilización de nanopartículas metálicas y no metálicas, para crear nuevos productos y procesos o mejorar los existentes (MINCyT, 2013b).[180]

La conformación del CAPP siguió criterios de trabajos de cooperación previos entre las instituciones públicas, que compartían publicaciones y proyectos de investigación anteriores. Por su parte, las empresas mantenían vínculos con cada una de las instituciones públicas por separado. Laring con el INQUIMAE, por un lado, y por el otro Rhein Chemie con la CNEA.

Laring, que significa Laboratorio Argentino de Investigación en Galvanotécnica, es una empresa que se encuentra emplazada en la localidad de Mataderos en CABA. La empresa se originó como proveedora de las empresas que hacen galvanoplastia[181] que desarrolla y comercializa productos químicos especialmente para la industria de tratamiento de superficies, atendiendo los mercados de la

[180] Se trata de superficies modificadas o mejoradas que proporcionan mejores o nuevas funciones a las originales.
[181] La galvanoplastia es la aplicación tecnológica de la deposición de metales mediante electricidad.

industria automotriz, siderurgia, aluminio, envases, galvanoplastia, pinturas, instrumentos de medición y distribución de materias primas. Laring emplea alrededor de 60 personas, de los cuales un 40% tienen formación en química y el restante 60% lo componen profesionales, como técnicos, ingenieros y licenciados. El entrevistado por Laring explicó que el fundador de la empresa fue su papá y la empresa cuenta con "muchos graduados y licenciados de Exactas". Sin embargo, no se trata de una "empresa originada en el sistema científico", aunque "en parte una estrategia con la que yo me diferencio del proceso científico y transferencia tecnológica es que trabajo en ciencia":

> "Yo soy Licenciado [en química]. Me recibí en el 2003, por ahí más o menos […]. Cuando me recibí, me salió la beca CONICET y todo, pero en 2003 la ciencia en Argentina era una locura. Era todo una locura. Saliendo de la crisis, el sistema científico era matarse a codazos con el amigo, con la gente que laburaba todos los días por un lugar […]. A mí no me era cómodo pensarme en ese lugar, compitiendo con la gente con la que laburás todos los días con una escasa cantidad de lugares. Entonces había que irse afuera. Tenía mi posibilidad de irme afuera, pero en su momento con la que era mi pareja, decidimos no irnos. Y entonces, ya para mí la idea de ciencia quedó medio relegada […]. Ahí entonces es que entré a trabajar a Laring" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Por su parte, Ernesto Calvo comentó sobre esta empresa que, en su mayoría, son graduados de la UBA-FCEyN y "el padre es un químico de esta Facultad", mientras que "el hijo trabajó antes en mi laboratorio. Estaba haciendo el Doctorado y después se fue a trabajar a la empresa". De esta forma, "las relaciones de colegas, y de la misma disciplina, son las más fáciles de entablar" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Por su parte, Rhein Chemie tenía una relación previa con el doctor en química Galo Soler Illia, que en aquel momento pertenecía a la Gerencia Química en CNEA. Rhein Chemie, que a su vez es una subsidiaria de la multinacional alemana fabricante de productos químicos Lanxess, adquirió a Darmex en el año 2011.

Darmex, ubicada en el Parque Industrial de Burzaco, Partido de Almirante Brown de la provincia de Buenos Aires, fue creada como empresa familiar argentina en 1971. Estaba especializada en la producción de dos químicos esenciales para producir neumáticos, los *bladders* –producto que ayuda a dar forma final a la rueda cuando el caucho es colocado en el molde del neumático, a alta presión y temperatura– y agentes desmoldantes –producto que hace que el caucho no quede pegado a la pared interna del molde–. Darmex había llegado a facturar 30 millones de dólares al año y exportaba a países latinoamericanos, principalmente a Brasil.[182]

Sobre la incursión de Darmex en la nanotecnología, el responsable de I+D en Rhein Chemie explicó que los dueños de Darmex "tenían sus campos" y "empezaron a ver de hacer cosas para granos" y "se empezó a investigar":

> "Por un lado, acá habíamos empezado a trabajar con lo que era microencapsulados para desmoldantes […] Se utilizó esta experiencia como para encapsular insecticida. Y ahí empezamos con el tema de los insecticidas. En este momento estamos produciendo un insecticida. No sale con nuestra marca, sino que lo hacemos a través de una persona que tiene su empresa, que es el hijo del dueño de la persona que trabajaba acá. Nosotros hicimos el desarrollo del producto y se lo damos a él, y él se encarga de todo lo que es el mercado. Es bastante complejo el mercado. Como nuestra fuerza de ventas está dedicada otra rama, a otro tipo de productos, lo que hacemos es el producto y que se encargue él de todo lo que es la comercialización […]. Más o menos en el 2008 se empezó [con la nanotecnología]. Ya se había estado trabajado antes con hacer nanoemulsiones" (Comunicación personal con Pablo Ranieri de Rhein Chemie, 22/05/2017).

Y sobre la adquisición de Darmex por la multinacional alemana, con sede en la ciudad de Leverkusen, comentó que habían quedado cuatro socios por aquel momento y "vino una dificultad de cómo seguir con la empresa porque ya eran

[182] Ver: https://www.clarin.com/politica/aleman-Lanxess-compra-quimica-local_0_rytXy0vpw7x.html. (Consultado el: 27/11/2017).

personas de entre 75 y 80 años", por lo que "decidieron venderla y ellos se quedaron con los campos". Entonces, el motivo fue, no que la empresa ande mal, sino que no tenían ellos cómo seguir con la empresa, a quién denegárselo. Entonces decidieron venderla" (Comunicación personal con Pablo Ranieri de Rhein Chemie, 22/05/2017).

El vínculo entre Darmex y Galo Soler Illia se produjo alrededor de 2005, como explicó el investigador al explicar que "la gente de Darmex viene a un curso que doy yo en San Martín creo en el 2005", un "curso de Introducción a la Nanotecnología" donde hubo "muchos alumnos, de los cuales dos o tres eran industriales". Se trataba de Paulo Porta y Carlos Forti. Porta "en su momento era el matemático de Darmex que hacía todas las ecuaciones para que dieran más eficientes los procesos" y Forti "era un gerente que estaba interesado en aprender". Entonces, "De ahí vino el link. Imaginate, yo a estos tipos los conozco desde el año 2005, 12 años después seguimos trabajando. Todo esto demuestra, y me parece que es muy importante […] el valor del partner estratégico" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

La temática de nanomateriales y superficies funcionales no estuvo contemplada en las líneas prioritarias que la Disposición 002/2010 del MINCyT aprobó, por lo que este proyecto se armó de manera acelerada:

> "El FONARSEC nuestro […] se armó de una manera medio alocada porque las áreas prioritarias que el Ministerio había puesto eran otras […] faltaban pocos días para presentar la idea proyecto y justo me llama Ernesto Calvo que me dice 'Quiero presentarme con la empresa Nanotek' […]. En ese entonces Nanotek no se podía presentar porque no tenía Cuit, era muy rudimentario el sistema. Entonces yo digo 'bueno yo tengo a Darmex'. Pero nos falta una empresa. Y ahí mi esposa estaba trabajando en Laring […] Llamé y […] le digo '¿Leandro te interesa hacer esto?', 'Sí, vamos a hacerlo'. Y entró. Conseguimos a las dos empresas en el último minuto y presentamos el proyecto" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Por su parte, Bronstein contó que lo llamaron y que “a una persona como yo le encanta”:

> “Yo me fui del sistema científico con la idea de voy a hacer mi doctorado viniendo a la Facultad a trabajar un día por semana. Después ni podés tener un doctorado de esa manera, ni la industria te da la posibilidad de tomarte un día a la semana, esa es la verdad. Así que no había manera. Esa fue mi manera de acercarme a la ciencia, cuando me llamaron a mí me brillaron los ojos. Me siguen brillando los ojos, me encanta, es lo que más me gusta. Lo que más disfruto realmente profesionalmente tiene que ver con estos trabajos en ciencia en general, y nanotecnología en particular” (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Y explicó que la característica diferencial de la nanotecnología y las nanopartículas es la “técnica superficial”, “la interacción de su superficie con el mundo”. Por lo cual, fue “lógico pensar que, en tratamiento para superficies, que es a lo que nosotros nos dedicamos, la nanotecnología tenga mucho para aportar”. Además, “teníamos productos en base a nanotecnología”, por lo que “cuando surge la posibilidad de ir a lo grande y desarrollar, para nosotros siempre estuvo latente pero no teníamos las herramientas, ni instrumentales ni humanos para poder hacer el desarrollo, entonces nos calzaba perfecto”. Así, “yo podía aportar al sistema a alguien que desde la empresa genere necesidades, genere trabajo” (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

El proyecto contempló la mejora de productos o procesos, como por ejemplo el aluminio anodizado funcional, o la creación de nuevos productos o procesos, como por ejemplo superficies con propiedades autodesmoldantes, ignífugas, súper hidrofóbicas, antibacterianas, autolimpiantes, entre otras.

El aluminio es un metal con variadas propiedades –bajo peso, fácil reciclado, resistencia a la corrosión, etc.– y, por tanto, es utilizado en distintas industrias, tales como construcción, automóviles, aviación, entre muchos otros. Para su acabado final se puede utilizar el proceso de pintado o el proceso de anodizado, los cuales difieren químicamente y generan recubrimientos con distintas propiedades estéticas

y funcionales. A pesar de que el anodizado es considerado en la industria un recubrimiento con una calidad superior al pintado –lo que se explica por su mayor resistencia a la corrosión, dureza, resistencia al exterior y mejor aspecto a la vista y al tacto–, el pintado sigue siendo el proceso más utilizado en el mercado debido a que la deficiencia del anodizado es la imposibilidad de conseguir un acabado blanco, terminación preferida por los consumidores (MINCyT, 2013b). En este sentido, Bronstein refirió que Laring es “muy fuerte en tratamiento de aluminio”, cuyo “gran negocio son las puertas, ventanas”, lo que puede ser pintado o anodizado:

> “El anodizado es, por definición, el crecimiento controlado de una capa de óxido de aluminio sobre una superficie de aluminio. Entonces, a la superficie de aluminio le hacés crecer de afuera hacia dentro una capa de anodizado. Esa capa de anodizado tiene forma de panal de abeja. Ese panal de abeja tiene unos micrones de espesor y unos poritos, o sea los agujeritos de ese panal de abejas, esos agujeritos tienen 20 nanómetros o 15. Imaginate toda una estructura con agujeritos. Eso tiene 100 años. Tengo una matriz de nanoporos. […]. Entonces, lo que dije es: ‘yo tengo esta materia de nanoporos, si ahora le meto unas partículas adentro de esos nanoporos, puedo cambiar las propiedades’. Entonces, una de las cosas que históricamente se busca es poder hacer anodizado blanco. El 80% de aluminio que se comercializa está pintado de blanco que tiene características x. El anodizado tiene características mucho mejores, más resistencia a la corrosión, más lindo, más linda textura. Tiene un montón de ventajas, pero no puede ser blanco, no se puede hacer anodizado blanco. Yo dije: ‘metamos nanopartículas de dióxido de titanio que es blanco y hagamos esto blanco’. Eso fue lo que yo le pedí al proyecto” (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Entonces, los objetivos del proyecto contemplaron hacer colores de interferencia e incorporar nanopartículas dentro de los poros del anodizado para llegar al acabado de color blanco –lo que era el interés de una de las dos empresas participantes del proyecto, Laring– y conferir propiedades funcionales al anodizado, tales como

antibacterianas, hidrofóbicas, entre otras. Y, por su parte, el interés de la empresa Rhein Chemie se centraba en mejorar los cauchos mediante la nanotecnología, confiriéndole propiedades antiadherentes y auto-desmoldantes, ya que el proceso de fabricación actual de los neumáticos requiere el uso de agentes desmoldantes, que ayuda a despegar el neumático de caucho de la pared interna del molde. Es decir, el proyecto buscó transformar en antiadherente la superficie del *bladder* – producto que ayuda a dar forma final a la rueda cuando el caucho es colocado en el molde del neumático, a alta presión y temperatura– mediante un recubrimiento.

La división de las temáticas en el proyecto impactó en los integrantes del mismo, que dejaron de lado el trabajo grupal y comenzaron a trabajar por separado: el INQUIMAE con Laring y CNEA con Rhein Chemie. Soler Illia explicó que "inmediatamente se dividió en dos subproyectos, uno a realizarse dentro de CNEA y el otro a realizarse dentro del Instituto de Química", cosa que le pareció "una barbaridad, porque había que trabajar integrados". Así, "se dividieron los proyectos de manera absurda":

> "Calvo […] se quedó con Laring. Dijo 'con Laring vamos a hacer esto'. Calvo se subió a un montón de ideas que habíamos desarrollado al principio […] un cristal fotónico es un sistema de este color, no es un pigmento, sino que es un dispositivo de interferencia óptica. Nuestro grupo tenía excelente expertise en eso, lo desarrolló, patentamos cosas, etc. […]. Y mi grupo es experto en películas delgadas porosas, tenemos experticia mundial en eso. Los anodizados de aluminio que interesaban a Laring eran películas delgadas porosas, que se hacen vía electroquímica. Eso daba para hacer un proyecto relindo, entre los grupos, la empresa, etc. Ernesto en cuando le empezó a dar resultados, se lo apropió. Y me sacó de un codazo de esa parte del proyecto, siendo que yo había conseguido la empresa, y esto no lo digo con ánimo de mal o bien […]. La empresa la conseguí yo con un llamado telefónico […] en la parte de lo que eran propiedades ópticas y materiales porosos podríamos haber trabajado mucho mejor si hubiéramos trabajado juntos. Se apoderó de esa parte del proyecto y no dejó entrar a nadie.

> Terminaron haciendo cristales fotónicos vía electroquímica, que está muy bueno, trabajando con la gente que había formado yo" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Y agregó que en un momento "me apartaron del proyecto y ni estuve en las discusiones". "Yo creo que se podía haber cumplido algo mucho mejor si hubiéramos trabajado todos juntos. Yo intervine en la primera parte y después me volteé" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

De esta manera, por el lado del INQUIMAE y Laring, se avanzó de la siguiente manera:

> "Nosotros trabajamos fundamentalmente con Laring y Galo más con Darmex por cómo se dieron los temas […]. Cuando analizamos qué hacer, Laring hace todas cosas que tienen que ver con superficies, tratamientos de superficies, metalizado, cromado, niquelado, anodizado de aluminio para puertas, ventanas, lapiceras, lo que vos quieras. El anodizado de aluminio se hace para proteger al metal, para darle un valor estético, pero fundamentalmente para protegerlo de la corrosión, de impactos y demás. Entonces, ese anodizado que tiene todo el detalle de la química, se hace aplicando una corriente eléctrica en ácido sulfúrico y por ejemplo crece una capa de óxido. Si uno mira al microscopio ese óxido, tiene unos poros nanoscópicos, o sea, en la escala de las dimensiones del nanómetro. Y esos poros, justamente, son los que le dan las propiedades interesantes. Una de las cosas que se hace es llenar esos poros con, por ejemplo, un colorante de anilina para darle color. Otra forma de hacerlo es no usar colorante, porque si vos le pones un colorante de anilina y está expuesto al sol, se degrada con el tiempo el color. Pero hay algo que se llama color estructural. El color estructural es un color que depende físicamente de las propiedades de esa capa de pocos nanómetros de óxido porque tiene que ver con cómo interactúa la luz, qué luz es absorbida, qué luz es reflejada, eso uno lo puede modular" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Entonces, en sus palabras, “nos pusimos a trabajar en ese tema”, en estudiar ese proceso y en “cómo lo podíamos mejorar”:

> “¿Qué es lo que da origen a esos colores? Que son los que se llaman cristales fotónicos. Son colores producidos por la interferencia de la luz que proviene de la estructura misma, de cómo es la estructura de capas, cómo va cambiando el tamaño de esos poros y cambia, modula el índice de refracción y por lo tanto, la velocidad de la luz hace, por ejemplo que si yo quiero que sea anaranjado, tengo que modularlo de tal manera de que todos los componentes de la luz sean absorbidos y el anaranjado sea reflejado. Si quiero que sea azul, se refleja el azul. Pero es estructurado, no hay nada agregado, sino que es óxido de aluminio, pero la estructura es tal que le da esos colores […] con eso llegamos a hacer una patente. Una patente argentina. Ahora eso todavía no se ha comercializado, pero existe la posibilidad de que se comercialice” (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

En síntesis, el INQUIMAE logró desarrollar los cristales fotónicos, los cuales dieron origen a una patente, aunque no se logró alcanzar el anodizado de color blanco. Calvo explicó que el anodizado blanco “es muy difícil hacerlo” porque “hay un problema de tipo físico”:

> “Para que algo sea blanco tiene que dispersar la luz. Algo es blanco porque todos los colores de la luz son dispersados en todas las direcciones y para eso la rugosidad de esto tiene que estar en muchos nanómetros, en micrómetro. Pero no hay una solución de nanotecnología para algo blanco. A lo sumo tenés algo medio amarillento. Eso fue una limitación de la física, de las leyes de la física […] mucha gente en el mundo estaba tratando de hacer lo mismo y no podes. Para hacer algo blanco lo que haces es agregarle un pigmento blanco, como el óxido de titanio. El óxido de titanio es un pigmento muy blanco […] son estructuras que están en los micrómetros que dispersan la luz […]. Un pigmento, como el óxido de titanio, que se le incorpora a cualquier cosa blanca, no funciona como un cristal fotónico, sino

> que funciona porque absorbe la luz. Quiere decir que absorbe todos los colores, o refleja todos los colores, y es blanco. Si una cosa es amarilla es porque absorbe el azul. O sea, hay distintos fenómenos físicos que explican el color de las cosas. Lo que hicimos con Laring fue un color estructural que depende de la estructura de la superficie" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Al respecto, el entrevistado de Laring refirió que, a pesar de no haber alcanzado el anodizado blanco, se lograron muchas otras cosas que le sirvieron de experiencia a la empresa. Explicó que el anodizado blanco no se logró porque hubo "un problema de definición del proyecto" porque a él lo hicieron "decir lo que quería hacer (anodizado blanco)" y "hacer una evaluación económica de potencialmente cuál era el negocio para el anodizado blanco", algo que calificó como "un delirio" porque después "el proyecto salió basado en eso, en el anodizado blanco". Entonces agregó que fue algo "ridículo" porque "cualquiera que hace ciencia sabe que pensar un proyecto científico sólo por los resultados es mirar una parte muy chiquita del asunto":

> "Si llegaste al resultado, genial. Pero lo más interesante es el camino. Yo ya sabía hacer anodizado, ahora los mecanismos del anodizado no los conocía, aprender de la química de sus poros, no lo sabía, aprender qué puedo meter dentro de los poros, cómo puedo, que no puedo, los tiempos. Realmente hubo un aprendizaje muy importante […]. Conseguimos esto de los cristales fotónicos que eran una coloración sin pigmento y llegás a colores que están buenísimos. Le metimos nanopartículas magnéticas y le dimos un campo magnético al aluminio. Hubo todo un camino hacia los resultados colaterales al pedido original que están buenísimos […]. Cuando yo miro el resultado del proyecto a veces hay que mirar hacia afuera. El primer FONARSEC, que es el de nanotecnología, ¿generó un producto concreto que vos puedas vender? La respuesta concreta es no. Si yo me quedo con esto, pareciera que el proyecto no sirve. Ahora, hay un montón de otros resultados relacionados

> con eso que en términos generales son muy buenos" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Algo concreto que obtuvo la empresa Laring a través del FONARSEC fue la instalación de una planta piloto para realizar diversas pruebas y ensayos en su fábrica. Calvo comentó que esa planta piloto la diseñó un ingeniero contratado dentro del proyecto. Entonces, reflexionó que en este tipo de proyectos la publicación de un paper "no es algo que yo pueda mostrar", mientras que "una planta piloto es algo que está ahí":

> "Cambie lo que cambie, es algo físico que está ahí y es algo real y mostrable tecnológico. Por otro lado, a la empresa una planta piloto le venía muy bien porque una empresa argentina tiene que competir con una empresa alemana que hace lo mismo. La empresa alemana tiene una red de distribución con un vendedor que tiene folletos. La empresa argentina lo que tiene es el *know how* que le puede brindar a su cliente y decirle 'el proceso no me funciona', 'Bueno, modificá esto'. Y si tiene una planta piloto puede, en pequeña escala, hacer pruebas para el cliente. Y además comercialmente le puede mostrar a sus clientes" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Por su parte, la sublínea del proyecto que estuvo a cargo de la Gerencia Química de CNEA y la empresa Rhein Chemie siguió otro derrotero:

> "El subproyecto era hacer materiales que sirvieran para mejorar los cauchos que hacían en Rhein Chemie. Fuimos por un lado, pero ese lado no funcionó por un problema que el procedimiento que ellos tenían no dejaba hacer lo que se quería hacer. Pero hubo productos colaterales que anduvieron bien. Por ejemplo, […] se quería hacer un producto A, ese producto A tuvo ciertas limitaciones, llegamos bastante lejos, no funcionó. Pero las nanopartículas que habíamos hecho, que creíamos que servían para algo, y no sirvieron por un tema del procedimiento, sirvieron para otra cosa. Y después, a partir de esos métodos que habíamos desarrollado empezaron a surgir unos pequeños desarrollos para clientes de Rhein Chemie que estaban buenos. Y

> nos pasó algo muy lindo, por ejemplo, de un cliente quería hacer tal cosa y la expertise a la que habíamos llegado nos permitió hacerlo en dos meses. Muy rápido con una sola persona trabajando. El tema fue que para escalar eso, necesitamos armar una planta piloto […] por ejemplo, del lado del Laring se llegó a hacer una planta piloto […]. Del lado nuestro diseñamos la planta, cambiamos nuestros métodos de síntesis para que se pueda hacer en esa planta, y la planta demoró un año y medio en comprarse. Todavía no se compró. Esa compra fue cajoneada durante 2 años, por malos procedimientos dentro de CNEA" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Como comentó Soler Illia, al llegar a una etapa de desarrollo en la que era necesario pasar a una etapa de escalado, se decidió solicitar el diseño y la instalación de una planta piloto a poner en funcionamiento dentro de las instalaciones de Rhein Chemie. Sin embargo, hacia fines de 2017 esto se encontraba pendiente. Los motivos se atribuyen a un problema administrativo, pero el investigador no descarta que esta falla no haya sido intencional. Según comentó Soler Illia, desde el principio CNEA mostró reticencias y en cierta forma se opuso institucionalmente al proyecto FONARSEC. Relató que cuando él trabajaba en CNEA, esta "sistemáticamente desde el principio se opuso a tener el FONARSEC":

> "Yo tuve que pelear internamente mucho para que lo aceptaran. ¿Por qué? no lo sé. Yo creo que es porque ellos consideran que fondos cajas es poder, y no querían asignar tantos fondos de tanta importancia a un proyecto grande. Creo, no te lo puedo decir. Pero sé que se opusieron desde el principio a que CNEA se metiera institucionalmente ahí. Era un proyecto que en ese momento era de 2 millones de dólares aproximadamente, a valor de esa época, de los cuales 1 millón le entraba directamente a CNEA […] el gerente de Química en este momento me dijo 'cualquiera trae plata' una vez que entró el proyecto. Le digo 'Jorge, fijate que el Gerente de al lado, el Gerente del Área de Investigación y Aplicaciones No Nucleares, que era Alberto Lamagna, preguntale que tan bien se siente de no haber sacado el

> proyecto'. Porque CNEA había ido con dos proyectos, uno era el nuestro y el otro era el de Lamagna, pero no salió. El nuestro sí. 'Preguntale que contento va a estar Lamagna que no le salió el proyecto'. Desde ahí yo sentí cierta hostilidad de parte de CNEA. La persona que más se opuso fue Fernanda Cervio Pinho, fue la que desde el principio me dijo que no" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Sin embargo, "Logramos hacer pasar el proyecto a fuerza de discutir: 'Esto es importante para CNEA'". Más tarde, "tuvimos nuestros roces internos cuando el proyecto estaba aprobado, dado que CNEA no daba un gran respaldo". Y luego el investigador explicó que "institucionalmente era difícil de manejar":

> "Por ejemplo, institucionalmente fue muy complejo por lo siguiente, nosotros quisimos tomar dos becarios, y CNEA nos dijo 'no, no se puede tomar becarios'. ¿Por qué? Si no los va a pagar CNEA, los va a pagar el proyecto a los becarios. Porque la idea era que el proyecto pagara equipamientos, los becarios, y las empresas pusieran los consumibles […]. Y CNEA no quería tomar los becarios porque la presidenta de CNEA decía 'no, porque son becarios que tienen que seguir las reglas de la CNEA, las reglas de selección de la CNEA. Entonces los voy a tener acampando acá para entrar a la institución'. No necesariamente, nosotros tenemos un montón de becarios por Agencia o por CONICET que no están acampando porque saben que es una beca que dura tantos años y listo. Fue muy complicado hacerle cambiar de parecer a la presidente de CNEA […]. Hicimos unos puentes, hicimos unas cosas raras. Todo funciona al final, lo haces funcionar […]. Se te va el tiempo y la vida en hacerlo funcionar. Una cosa que noto es que lo personal se antepone a lo profesional. A la presidenta de CNEA le parecía que esto iba a pasar y entonces obraba para que eso no sucediera. A la directora de institucionales de CNEA le parecía mal que hiciéramos esto y entonces no se hacía. No es que decían institucionalmente 'no lo hagas', les parecía mal que fuera yo. Es muy complejo. Al final lográbamos, contratábamos por otro lado, pero todo el esfuerzo que deberíamos haber hecho en desarrollar

> tecnología lo perdíamos en hacer funcionar los expedientes. Entonces es una pérdida de tiempo y es un desgaste" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

En este contexto, cuando se realiza el pedido para el desembolso de los fondos correspondiente a la planta piloto para Rhein Chemie al FONARSEC, un problema administrativo en CNEA explica que hacia fines de 2017 todavía no se haya instalado esta planta en la empresa. Según Soler Illia se había realizado el diseño de la planta y en Rhein Chemie "acondicionaron el lugar, armaron la planta, tienen la construcción y faltaban los tachos para producir las cosas". Para la compra "había que hacer una licitación" que, "por un error administrativo de la CNEA, que yo no sé, no me queda claro si fue sin querer o a propósito, se tuvo que anular":

> "La persona que era responsable de recibir la documentación recibió mal la documentación. Una empresa la entregó fuera de término, la entregó antes de que abriera la licitación con lo cual quedó invalidada. Esa persona, responsable de la CNEA, firmó un papel como que estaba entregada. Cuando fuimos a abrir los sobres, eso estaba fuera de término. La otra empresa ganó y además tenía un precio mucho menor. Por lo cual salió adjudicada. ¿Qué pasó? Vino la otra empresa que dijo nosotros tenemos un papel que dice que fue entregado esto. Un procedimiento administrativo mal hecho. Yo en ese momento me estaba yendo de CNEA, traté de modificar la situación, se llamó a una segunda licitación, la forma de administración fue un desastre. También problemas administrativos, que ya estaban fuera de mi control porque yo ya no estaba en la institución y no era administrativo. Se atrasó otros seis meses la compra y por último se atrasó un año más por otras cuestiones que quedaron totalmente fuera de mi control que no las conozco. O sea que algo que debió haber sido comprado a mediados de 2015, que ya estábamos cerrando el proyecto, a 2017 todavía no está comprado. Eso fue un fenomenal problema de administración" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Este hecho explica el fracaso del proyecto para la empresa Rhein Chemie. En palabras de su entrevistado, “la idea era hacer un producto”, “hacer una sílica, en la cual se le agregaba como una especie de cepillos con polímeros de silicona. Y una parte de esa sílica es la que iba a estar en *bladders*”:

> “Entonces de un lado se iba a pegar el *bladder* y del otro iba a tener como pelitos de silicona pensado molecularmente. Digamos que iba a funcionar como desmoldantes. Eso fue al inicio. Todo esto derivó en una modificación de la sílica y en otros tipos de productos que también han servido para la industria en la pintura. Se hizo un planteo, así como Laring obtuvo su planta piloto para el desarrollo, nosotros también pedimos financiamiento que fue aprobado para nuestra planta piloto. No pudimos comprar ningún reactor por las licitaciones. Por problemas burocráticos. Así que no tuvo ningún éxito porque no pudimos avanzar” (Comunicación personal con Pablo Ranieri de Rhein Chemie, 22/05/2017).

Entonces, según estos entrevistados, las complicaciones del proyecto fueron institucionales por la reticencia de CNEA en apoyar el FONARSEC. Según Soler Illia “cuando entran millones de pesos en un proyecto es como sacar la cabeza del agua” y “el sistema argentino en ciencia y tecnología es esencialmente mediocre. Lamento decir esto. Hay investigadores excepcionales […] pero hay mucho mediocre y mucho envidioso”:

> “Institucionalmente hay mucha gente que no quiere que uno crezca, entonces al sacar un subsidio, te levantan y te tiran. Institucionalmente, hay instituciones que son más permeables que otras […] en CNEA sacar un subsidio es un problema. Yo me he reunido en las mesas de discusión de la gerencia y me decían ‘pero vos tenés mucha gente’ como una cosa mala. Todos estos subsidios, a mí en lo particular en mi experiencia institucional, fue un poco nefasta. Porque yo no podía entender como una institución no quería que ese subsidio entrara a la institución, no lo podía entender. Hay razones probablemente políticas, yo venía de una Gerencia más chica, Química, que estaba dentro de una Gerencia de Área […]. Yo considero que

> la CNEA apoyó con muchas reticencias" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Pero a esto se le sumaron los inconvenientes de índole administrativa entre el personal administrativo del FONARSEC y MINCyT, por lo que, según el director del proyecto, "las dificultades más grandes son de tipo burocrático". Por ejemplo, para importar equipamiento "hay un certificado para no pagar impuestos, eso tarda dos o tres meses", "el dinero te lo adjudican, pero después pasan como 6 meses hasta que la plata aparece" y "siempre hay un burócrata que te dice que no se puede, que sí se puede pero que interpretó mal. Todo muy engorroso en ese sentido. Tendría que ser al revés" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

En la misma dirección, Soler Illia comentó que "las reglas del FONARSEC eran complicadas porque era plata del Banco Mundial" y "al ser plata del Banco Mundial los instrumentos para ejecución eran muy complejos". Por ejemplo, no se podían comprar bienes "por menos de tanto dinero". Entonces "vos podías comprar un difractometro de rayos X por 200.000 dólares, no había problema", pero "si querías comprar algo pequeño para el laboratorio, no se podía". Desde el MINCyT, agregó, "tampoco sabían ejecutarlo bien, después si adquirieron, pero costó como un año y medio que empezaran a definir qué protocolos hay que usar". En este sentido relató que el FONARSEC inicialmente no tenía un "manual de operaciones" y que este "apareció eventualmente, pero cuando llevábamos un año del proyecto", por lo que "era muy pesado de ejecutar". Además "no estaba claro cuál era la gobernanza del proyecto":

> "Una cosa muy importante para un proyecto de esa magnitud: quién se hace cargo, quién firma, hay dos instituciones, bueno quién va a campeonar. Después las reasignaciones de fondos fueron complicadísimas. Fue todo un parto y sigue. Y todo lo personal se antepuso a lo profesional […]. Otro problema que hubo ahí es que se rompió un equipo, el equipo de nano inventación se llama, es un equipo que básicamente toma un material y examina su dureza y elasticidad, etc. Entonces el equipo se rompió en el

> medio y arreglar eso fue complicadísimo […] no lo podíamos arreglar porque el subsidio pretendía que todo era inmortal y nada se rompía, entonces no había fondos para arreglar. Pero lo que hicimos fue comprar una placa un poco mejor, es decir no lo estamos arreglando, lo estamos mejorando […] pero estuvimos un año y medio" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

En cuanto a la planta piloto, "no la pudimos comprar porque tardó dos años en planificación":

> "No puede ser que comprar un equipamiento de Argentina sea un año. Y, yo la experiencia que tengo es que, desde que vos escribís el proyecto hasta que está el equipo en tu mesada son tres años. Y si tenés suerte todavía, porque hay veces que se pierde la plata […] es un desastre el flujo de adquisición de equipos e infraestructura. Ni hablar del tema en servicios. Todo en Argentina es muy primitivo, muy rústico. Y todo exige mucho pulmón, la administración es muy mala […] en el FONARSEC no había Manual de Operaciones, la gente no sabía cómo hacer. Hacías una cosa y te decían 'hacelo de esta manera'. Y cuando lo hacías de esa manera, 'Ah no, es con esta' y ya había pasado un mes. Entonces un sistema científico tiene que funcionar de una manera rápida. Cuando vos compras un equipo del Estado, tiene que haber una exención de impuestos porque el equipo va a estar dedicado a hacer tal cosa. Eso debería ser un formulario que vos apretás un botón, que lo mire una persona, en 15 días está. Bueno, son cinco semanas y en CNEA te lo dan en seis meses. Entonces está esa cosa personal de cajonear, la costumbre de la coima en Argentina, en el favoritismo, el cajoneo […] hay un gran problema con la ejecución de los subsidios. La ejecución del dinero no es ágil. No hay gente formada, no es suficiente la gente formada en el Ministerio para que esto vaya ágilmente. No hay articulación buena entre las instituciones, eso es muy complicado. Cuando hicimos el consorcio asociativo no sabíamos si las compras iban por procedimientos de CNEA, por procedimientos del Banco Mundial o por procedimientos del Ministerio.

> Entonces hicimos una combinación de los tres, una combinación horrible que hace que las cosas no se cumplan" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Así, añadió que "hay un grave problema de articulación", el sistema científico argentino "es un sistema que está muy disperso y con muy poco diálogo en común, con muy poco protocolo cruzado":

> "Cada institución tiene sus protocolos, sus ideas, sus managers y nunca llegan a un acuerdo. Y así es imposible laburar […]. Siempre falta un papel y eso es un horror. No tener protocolos, en donde diga 'tales instituciones han firmado un acuerdo para hacer esto. Bueno que se haga' […]. Por ejemplo, nosotros hicimos todo un expediente técnico para comprar ocho equipamientos con el subsidio del FONARSEC. Colocamos una persona específica a cargo de eso, que hizo toda la parte técnica. Negoció con todos los vendedores. Le sacó un 20 o 30% en cada equipamiento. Estamos hablando de 30 millones de pesos. Y nos dieron tantas vueltas que cuando llegó a algún imbécil burócrata, 'No, pero estos presupuestos tienen más de 6 meses'. Y tienen 6 meses porque hace 6 meses que me estás haciendo caminar por todo el Ministerio. La investigación argentina mientras esté esta mala administración no tiene futuro, no tiene futuro como administración competitiva. Vamos a sacar algún buen paper de vez en cuando, vamos a sacar algún producto alguna vez en los próximos siglos, pero no tiene futuro. El mundo es muy rápido, anda muy rápido […]. Uno de los problemas graves que tiene nuestro sistema científico es la parte administrativa. Graves. No podemos funcionar con este nivel de atraso prehistórico que hay en nuestro sistema de funcionamiento y con los recelos" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

En suma, los resultados del proyecto fueron varios. Entre estos, está la generación de la solicitud de patentamiento para la fabricación de cristales fotónicos sobre aluminio. Según Bronstein, "la patente le dio fuerza al proyecto" porque 2le da un

output fuerte al proyecto". Ahora bien, agregó que "esta patente hay que sostenerla en el tiempo":

> "El CONICET lo que quiere hacer es internacionalizarla a todo el mundo y eso cuesta guita, cuesta bastante guita. Si vos tenés algo en tecnología madura, o para ventas, está buenísimo. Ahora, invertir un montón de plata en algo que ni siquiera es una tecnología madura, es más una idea de concepto que tecnología madura. Entonces, la verdad que hubo muchos roces con el CONICET, aun no resuelto" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Para la empresa Laring, participar en el proyecto también significó la instalación y puesta en marcha de una planta piloto, pero también les permitió acceder a otros subsidios de ANPCyT, como el FONTAR en su línea de ANR TEC,[183] por el antecedente que implicó haber participado en el FONARSEC. Esta línea permitió subsidiar el 50% de los equipos, por lo que "equipamos el laboratorio con equipo que hubiera sido muy complicado comprar, subsidiados al 50%". Este equipamiento no se consiguió a través de FONARSEC, aunque en palabras de Bronstein: "Cuando llego al FONTAR digo que yo vengo trabajando en nano con el FONARSEC", por lo que "es natural que me den el acceso a esos equipos" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Además, el entrevistado destacó que durante el proyecto la formación de recursos humanos fue fundamental, lo cual es un resultado que perdura en el tiempo. Laring, en particular incorporó a un ingeniero a su plantel productivo, encargado del manejo de la planta piloto. Y, entre otras ventajas, mencionó la generación de nuevos contactos y la apertura de nuevas líneas de desarrollo:

> "La formación nuestra por supuesto fue la gente que participó de este proyecto, pero por ejemplo, había un ingeniero al que tomamos como parte

[183] El FONTAR se encarga de la administración del financiamiento a empresas, por lo que en general no paga equipamiento (Mallo, 2011). Su línea ANR TEC está destinada al financiamiento de proyectos de mejora de la competitividad mediante la incorporación de tecnología, y en esta variante, permite la adquisición de equipos. Ver: http://www.mincyt.gob.ar/financiamiento/anr-tec-5012. (Consultado el: 29/11/2017).

> del proyecto. Un ingeniero que hacía ciencia que estaba haciendo su doctorado y estaba trabajando en el sector científico y su idea era seguir en el sistema científico. Difícilmente para él, se hubiese imaginado trabajando en una empresa y más una PyME que no tiene un Departamento de I+D y difícilmente nosotros hubiésemos ido a buscar un profesional al sistema científico porque sabemos que no les gusta. No tenemos qué ofréceles que los seduzca. Bueno, de trabajar juntos encontramos que a él sí tenemos qué ofrecerle que lo seduzca, y él encuentra un lugar donde trabajar que lo satisface en su expectativa científica y tecnológica. De hecho, tomamos esos recursos como parte de la empresa. Eso sin dudas es un resultado desde el proyecto que no estaba previsto inicialmente" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Y añadió que otro resultado fue la generación de contactos con otras empresas, donde "la confianza viene de la agenda en común relacionada a la nanotecnología". En este sentido, señaló que "tenés que poder ver los resultados no sólo directamente. Porque si no '¿Cómo te fue?', 'Mal, lo único que generé es una patente que me da dolor de cabeza y no puedo vender nada'" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Desde la parte científica hay coincidencia en señalar los resultados positivos que generó el FONARSEC. Ambas partes destacaron la formación de recursos humanos, la apertura de nuevas líneas de investigación, el aprendizaje del diseño y armado de una planta piloto, la interacción con la industria y todo el conocimiento adquirido durante la ejecución del proyecto.

Así, Soler Illia comentó que "los recursos humanos que se formaron fueron excelentes", que Laring "hizo su negocio y lo mantuvieron bien, hicieron una buena interacción y anduvo bien":

> "Ernesto Calvo […] hizo su negocio, hizo su parte, abrió nuevas cosas. Hace poco ganó un premio internacional que empezó por ahí, porque a Laring le interesaba el litio. Tenía contacto con una empresa santafesina que fabricaba reactores electroquímicos, que es la que terminó fabricando la planta creo, la

> planta piloto de Laring, y ellos hacían algo de litio, y Ernesto se inspiró en eso y armó lo de litio. Para toda esa parte, este proyecto fue muy importante […]. Por otra parte, si bien nosotros no instalamos la planta […] de ahí salieron un montón de cosas interesantes, por ejemplo, todo lo que es conocimiento de cómo armar una planta piloto, o cuáles son los proveedores, cómo hacerla, cómo requiere hacer eso. Todo un aprendizaje […] nosotros queríamos llegar a los prototipos y al escalado. El caso de los anodizados se llegó bien, en otros casos llegamos a los prototipos que funcionaban de a 20 gramos o 15 gramos y a la planta no se llegó. Pero bueno se va a llegar, porque en algún momento se va a comprar la planta" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Y agregó que "no importa tanto el producto o el prototipo solamente, sino que importa todo lo que se genera alrededor" y, en este caso, se generó "un montón de conocimiento" y "cosas nuevas":

> "Laring al final no va a vender los cristales fotónicos como producto, no le interesa, no tiene mercado. Se generó un montón de cosas súper interesantes desde el punto de vista aplicado. Del lado de Rhein Chemie, 'bueno mira la reactividad de esto no funciona para esto, pero esto de acá se puede usar para reforzar, funciona mejor con este tipo de materiales. Podemos hacer un montón de otras cosas para nuestros clientes'. El hecho de tener becarios formados en problemas industriales ayuda mucho. Por la rapidez de respuesta que tenés que dar, por el tipo de problemas que te pones a resolver. Y a nosotros como científicos nos realimenta mucho eso de tener un problema aplicado, implica que te pone la agenda la industria, pero vos resolvés problemas básicos. Tenés que saber resolver problemas básicos, no es que pensás en algo totalmente abstracto […]. Los recursos humanos que uno forma y las tecnologías básicas que uno maneja y la capacidad de generar nueva instrumentación y usarla, también fue un activo muy grande de este proyecto en particular" (Comunicación personal con Galo Soler Illia de CNEA, 14/07/2017).

Por su parte, Calvo agregó que “una de las transferencias valiosas de este proyecto fue formar a un ingeniero que luego fue a trabajar a una empresa” que “fue uno de los *outputs* importantes del proyecto”, mientras que otro aporte fue la planta piloto que “fue un *output* muy importante de este proyecto porque es algo que queda a futuro, que queda en la empresa y que es también una transferencia útil desde el punto de vista de valor económico hacia la sociedad”:

> “Y por supuesto que además de eso, publicamos una serie de trabajos. Dentro de este proyecto, comenzamos la línea de litio, que no habíamos trabajado antes. Ahora ganamos un premio internacional.[184] Pero compramos los equipos, compramos mucho equipamiento, en su momento fueron muchos miles de dólares en equipos que pudimos comprar porque era un proyecto muy grande. Era un montón de plata. O sea, si te daban 300.000 pesos por año, acá te daban 9 millones […] pudimos comprar muchos equipos, iniciar nuevas líneas, contratar con mucha libertad a la gente” (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Debido a que los FS fueron diseñados como instrumentos que cubren hasta la etapa pre-comercial y de escalado de los productos desarrollados, la etapa de comercialización no estuvo contemplada en los ejes de evaluación ANPCyT-MINCyT. Sin embargo, el director del proyecto expresó al respecto que en teoría “uno apunta a que haya un producto o un proceso”:

> “Vos podés tener una cajita que la podes vender, de un producto de baja tecnología. Si es algo que es una modificación menor de lo que hay, es muy fácil de hacer. Cuanto más disruptivo es, es más difícil llegar al mercado. Y Argentina no está preparada para salir al mundo. No es Israel. Vos en Israel tenés una idea y rápidamente se la vendes a todo el mundo porque tenés toda una estructura […]. Cuanto más disruptivo es algo, más difícil es

[184] Se trata del concurso internacional *Bright Minds Challenge*, liderado por la compañía holandesa DSM y empresas interesadas en promover el desarrollo de tecnologías que hagan posible la producción sustentable de energía. En 2017, Ernesto Calvo fue premiado por el desarrollo de un nuevo sistema de extracción de litio que es rápido, económico y sostenible. Ver: http://www.lanacion.com.ar/2033175-un-argentino-ganador-de-un-concurso-mundial-de-energias-limpias-con-una-tecnologia-disruptiva (Consultado el 1/12/2017).

> venderlo al mundo. Porque Argentina no está preparada. Está preparada para vender soja, para vender trigo. Inclusive la mentalidad no es de un país industrial. Tampoco es un país bananero. Hay cierto grado de industrialización, pero jugar hoy en el mundo es competir con los chinos. Es competir con toda Europa y el Este de Europa después de todos los cambios que hubo. Es difícil" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Por eso, agregó, se instaló la planta pilo en Laring, ya que "es un producto tangible" y con ella "la empresa puede hacer desarrollos que ninguna empresa en la Argentina tiene de ese tipo". Las empresas, según Calvo, en general "compran una licencia, traen cosas de afuera":

> "Los circuitos de comercialización en la Argentina no pasan por la alta tecnología. Entonces, eso es una contradicción porque nosotros sí estamos preparados para la alta tecnología. Por eso nos metemos en el litio, formando gente, desarrollando el Centro en Jujuy, desarrollando tecnología que se puede exportar. Pero es complicado. Lo que quisieran los que diseñaron el FONARSEC es que vos tengas una cajita y que alguien te la compre. Pero no es compatible con la Argentina real […]. Ellos quisieran tener un producto, inclusive hacen todo un análisis económico y demás, pero como que le falta una pata. Por ejemplo, los cristales fotónicos. Los cristales fotónicos son una cosa única. Nosotros entendemos desde una ecuación matemática cómo hacer para que sea verde o amarillo o violeta. No es que es prueba y error. A partir de un modelo de una teoría óptica nosotros podemos diseñar un cristal para tener un determinado resultado. Y puede tener aplicaciones de las más diversas. De hecho, los cristales fotónicos se usan mucho en cantidades pequeñas. Nuestro método permite hacer superficies enormes porque es un método anodizado. Nosotros podríamos hacer paneles para poner en los edificios para hacer edificios inteligentes que capten la energía solar, generen electricidad, todo lo que se hace ahora. Sin embargo, no hay empresas en la Argentina capaces de utilizar esa tecnología. Si usan una

> tecnología, la compran. Y Laring, en este momento de recesión y demás, no puede abrir una línea nueva para vender esa tecnología. Esa tecnología habría que venderla al mundo. Que venga alguien de Francia o de Estados Unidos o de Japón y le interese la tecnología. Pero no hay mecanismos para hacer eso" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Y sobre la interacción con las empresas y la participación empresarial, agregó que fue muy "dinámica y útil" a pesar de las diferencias en el lenguaje, "pero anduvo bien". Comentó que, desde Laring, "querían es apoyar el desarrollo de la ciencia, apoyarnos a nosotros, trabajar en conjunto y muchas veces […] las empresas pagan este tipo de cosas". Así, las empresas "se prenden en este tipo de cosas como socios no por lo que vaya a salir como producto, sino porque si yo soy socio de un científico tengo una gran cantidad de ventajas":

> "Por ejemplo, […] hay una red de contactos enorme […] puedo contactarme con colegas que tienen información que para una empresa es valiosísima […]. O muchas veces la empresa está asociada y si tienen un problema, te lo plantean. Y no es un problema tremendamente complicado desde lo científico. Por la experiencia de uno vos le podés decir cómo lo puede resolver. Es muy valioso. O sea que lo valioso para la empresa no es solamente que le van a dar una cajita. Eso no lo entienden los burócratas detrás de los proyectos. Lo valioso no es que van a obtener una cajita y esa cajita va a ser una innovación y vos vas a reinventar la Coca-Cola. Lo valioso es tener una relación de trabajo con alguien que sabe buscar información, que sabe entender problemas nuevos, y que no está urgido por la producción y lo económico de todos los días" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

Además, "una empresa como Laring no puede tener un Microscopio Electrónico, un equipo de XPS de espectroscopía fotoelectrónica de un millón de dólares". Entonces, "como nos relacionados con la gente de Laring, que es gente que por otro lado ha salido de acá mismo de la Facultad, hablamos un lenguaje" y "ellos saben

la importancia de apoyar una cosa como la que hicimos". Por ejemplo, "cuando se me acabó la beca de uno de los chicos […] Laring le siguió pagando. Para una empresa pagar 5.000 o 10.000 pesos no es nada […] pero de golpe te ayuda porque si no este chico se va y se te pierde toda la información. Esto también es mucho más importante a tener una cajita que vos le das y la empresa la vende. No es tan lineal" (Comunicación personal con Ernesto Calvo de INQUIMAE, 8/09/2017).

En síntesis, el proyecto Clúster Nanotecnológico no dio como resultado un producto que se encuentre en el mercado, sino que contribuyó a la apertura de nuevas de líneas de investigación –como la del litio–, la formación de recursos humanos especializados en la resolución de problemas para la industria, la adquisición de equipamiento para las instituciones públicas, la instalación de una planta piloto en la empresa Laring, la publicación de papers académicos y el patentamiento de para la fabricación de cristales fotónicos sobre aluminio. Y, por otra parte, a fines de 2017 se encontraba pendiente la instalación de la planta piloto en Rhein Chemie, por lo que, a pesar de haber finalizado su financiamiento, el proyecto continuaba abierto.

4.3.2.3. Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica

Para el proyecto titulado "Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica", se conformó un CAPP que reunió a un grupo de la Facultad de Ingeniería de la UBA, el Centro de Mecánica del INTI, por la parte pública. Por la parte privada, participaron las empresas Electropart Córdoba S.A., Inmeba SRL y la Universidad Católica de Salta (UCASAL). El investigador que se encargó de dirigir el proyecto fue el doctor en Ciencias Físicas Hugo Sirkin, perteneciente al Instituto de Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería "Hilario Fernández Long" (INTECIN) con doble dependencia UBA-CONICET, y dentro de éste al Laboratorio de Sólidos Amorfos (LSA), de la FIUBA. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $7.065.504 –alrededor de 2 millones dólares–, con una contraparte de $2.129.199,03 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y debiendo finalizar a fines de 2015.

El objetivo general del proyecto fue el desarrollo a escala de prototipo industrial de materiales magnéticos que permitieran un ahorro de costos, ahorro de energía e

impacto ambiental. Estos materiales se destinarían a núcleos magnéticos e imanes, que son componentes esenciales de una gran variedad de dispositivos, fundamentalmente transformadores, motores, generadores, electroimanes, etc.

Los antecedentes del proyecto incluyen la trayectoria y trabajos previos de los investigadores de la FIUBA, por un lado, y por el otro la presentación a proyectos previos al FONARSEC. El Laboratorio de Sólidos Amorfos (LSA), que forma parte del INTECIN, comenzó a funcionar alrededor de 1990 buscando producir materiales metálicos y no metálicos con estructura desordenada:

> "Los metales tienen estructura cristalina. La estructura cristalina es una estructura ordenada […] ese tipo de ordenamiento también o de volumen, se repite en una dimensión de lo que se llama grano. Son dimensiones micrométricas, un millonésimo de metro. Los vidrios son materiales sólidos pero desordenados naturalmente […]. En los 70 y pico empezaron a producirse materiales metálicos desordenados por enfriamiento rápido […]. Se calienta, se funde un metal, se lo deja caer sobre un sustrato frio que se mueve a mucha velocidad. Por ejemplo, una rueda de cobre que rota a muchas revoluciones y sale una cinta de material que se enfría tan rápido del orden del millón de grados por segundo, que no tiene tiempo de cristalizar. La cristalización es un proceso que requiere tiempo […] estamos hablando de estructuras metálicas pero desordenadas. Es decir, no presentan un orden repetitivo en ciertas distancias" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Años después, una parte del LSA orientó sus investigaciones hacia los materiales magnéticos, siguiendo ciertas aleaciones metálicas con propiedades magnéticas que se estaban desarrollando y estudiando a nivel internacional. Así, en palabras del director del proyecto:

> "El magnetismo y la electricidad son fenómenos complementarios. La electricidad es la capacidad que tiene una partícula con carga eléctrica para interactuar con otra, pero puede ser estáticamente o en una situación dinámica. Cuando esa carga eléctrica se mueve, además de generar un

> efecto eléctrico, genera un efecto magnético y eso es lo que hace que existan imanes […] los imanes están absolutamente en casi todas las estructuras electromecánicas que existen. Motores, generadores, sensores, prácticamente todo lo que son máquinas complejas, máquinas de tipo industrial o no industrial. Es muy difícil que algún equipo electromecánico, sea que funcione por electricidad pero que tenga también componentes mecánicos, cosas que rotan que se desplazan, es muy difícil que no tenga algún material magnético […]. En general, los materiales magnéticos se dividen en dos grandes clases: los llamados blandos, que son los que se usan como núcleos de dispositivos electromecánicos, por ejemplo una llave magnética. [Las] bobinas se potencian mucho si le metés un núcleo de un material ferromagnético. O sea, tienen mucho más efecto. Entonces esos materiales de nuevo tipo producen una revolución industrial directamente. Los nuevos materiales magnéticos. Esto para el caso de los materiales blandos. Para el caso de los materiales duros son los imanes. Y los imanes están en generadores, motores, sensores, prácticamente no hay instrumento electromecánico, electricidad y movimientos mecánicos acoplados o producidos uno por el otro, que no usen materiales magnéticos" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Así, explicó que a fines del siglo pasado y a principios de los 2000 "aparecieron nuevas aleaciones metálicas ferromagnéticas, que tenían estos efectos muy incrementados". Entonces, el grupo del LSA donde estaba Sirkin "se orientó hacia esa dirección y ese grupo empezó a trabajar tratando de producir materiales magnéticos de este nuevo tipo" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Para producir este nuevo material magnético, el material ferromagnético, el grupo de investigación buscó conseguir financiamiento a través de distintas fuentes, por ejemplo, proyectos financiados por la UBA, por el CONICET, por la ANPCyT (los PICT). Pero, según Sirkin, "todos estos proyectos te permiten mantener en marcha más o menos un trabajo de investigación cuando tenés el equipamiento adecuado,

pero no te dan para presentarte a un proyecto que te permita incluir maquinaria gruesa tanto de producción de lo que estás estudiando". Para producir los nuevos materiales magnéticos que explicó Sirkin, "necesitas lo que se llama un metal de estructura amorfa producido por un enfriamiento muy rápido que no da tiempo a que crezca el cristal", por lo que "había que construir una máquina" y "había que tener instrumentos para analizarla" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Asimismo, Sirkin explicó que con su grupo trataron de captar el interés de las empresas. Así, a través de un viaje a Italia obtuvieron el contacto de una empresa cordobesa. La empresa en cuestión es Electropart Córdoba, que como su nombre lo indica, se encuentra emplazada en la provincia de Córdoba y se dedica a la producción de insumos para empresas fabricantes de transformadores eléctricos (Electropart, 2017). Es subsidiaria de una multinacional italiana creada en 1999:

> "Estuvimos buscando gente que les interese. Y mucho no encontrábamos, además en aquel momento era tan novedad […] acá en general la industria oscila entre tener el agua bajo nariz o tenerla arriba. Y entonces no es fácil encontrar gente que se quiera meter en la aventura de diseño nuevo, innovativo, etc. Bueno, en un viaje mío en Italia yo me encontré con un grupo de gente entre las cuales estaba el dueño de una empresa que se llama Electropart de Córdoba, que es una empresa que fabrica núcleos de transformadores. Es un tipo muy dinámico, muy interesado en la cosa innovativa. Cuando nos pusimos a charlar y él me dice que fabrica transformadores y yo le digo lo que yo investigo, ahí ya quedamos en contacto […] habrá sido en el 2003-2004, pero aproximado" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

En 2005 es creada la FAN, que como mostramos en el capítulo 3 posteriormente propone financiar proyectos de nanotecnología a un orden de los 2 millones de dólares, bajo una convocatoria que se denominó "Ideas-Proyectos". La magnitud del financiamiento atrajo a los investigadores de la FIUBA, en palabras de Sirkin: "la FAN daba proyectos ya de un orden y de un monto de plata que era de un orden de

magnitud más alta de los que recibíamos de los sistemas tradicionales: la Agencia y el CONICET". Por lo cual, el investigador se comunicó con Electropart, planteándole la idea de presentarse a un proyecto en conjunto "y él estuvo interesado". De esta forma, se presentaron a la convocatoria de la FAN, que "salió aprobado". Se trataba de un proyecto de nanotecnología "porque para producir estos materiales primero tenés que fundirlos y enfriarlos rápidamente para que te salga una estructura amorfa" y "si tenés una estructura amorfa metálica y lo calentás, esa estructura amorfa la obtuviste en una situación muy fuera de equilibrio. Equilibrio es cuando vos das tiempo a que los procesos naturales tengan lugar":

> "Por ejemplo, en un metal, el metal se funde y después se lo deja enfriar, pero eso es tan lento que el material adentro se ordena solo. O sea, tiene posibilidades de adquirir una estructura cristalina. Si vos lo enfriás muy rápido, llega un momento en que evitás que se genere una estructura cristalina. Pero si después lo calentás con mucho cuidado y controladamente, podes generar granos cristalinos que empiezan a crecer y vos cortás el calentamiento y suspendes el crecimiento. Queda la estructura amorfa con granitos de estructura nano. Por eso nos metimos con la FAN. Y esos son los materiales que presentan las mejores propiedades magnéticas. Entonces, se enganchaba con lo que hacíamos nosotros, que era producir metales amorfos con enfriamiento rápido, nada más que ahora pasábamos a una nanoestructura con calentamiento controlado. Primero teníamos que obtener el amorfo por enfriamiento rápido. Era natural y el principal uso que se conocía en ese momento era su uso como núcleo de transformador, pedazo de hierro que van al interior de la bobina. La bobina sola, si no tiene eso produce un campo magnético. Si le metés un material ferromagnético el campo magnético se te multiplica enormemente" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Con lo cual presentaron el proyecto a la convocatoria de la FAN, pero, en palabras del director, "la FAN en ese momento pegó una voltereta y dejó de financiar los proyectos". Como vimos en capítulos anteriores, de la convocatoria a "Ideas-

Proyecto” un solo proyecto recibió financiamiento. Además, según Sirkin, “a partir de ese momento el financiamiento que daba era un financiamiento tipo préstamo, con una devolución en base a intereses muy alocados. Con lo cual el de la empresa dijo ‘ni loco me meto en esto’” (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

En el año 2010 surgen los llamados a los proyectos FONARSEC y percibiendo la oportunidad, el grupo de la FIUBA en conjunto con la empresa Electropart Córdoba, deciden presentarse. El proyecto estaba “semi armado porque era el que presentamos a la FAN” y se exigía la participación de dos empresas como mínimo, por lo cual “arreglamos con el dueño de Electropart y él habló con una empresa” que “tiene máquinas de alta precisión y es la que le produce las piezas mecánicas que la fábrica de transformadores [Electropart] necesita”:

> “Y ellos estuvieron de acuerdo en participar en una condición más bien secundaria […] después por supuesto cuando se hizo el convenio, se aclaró que, si llegábamos a una etapa de producción y comercialización de los productos, transformadores en este caso, lo iba a comercializar Electropart y va a haber una parte que eran regalías para el laboratorio, otra parte que se repartiría con la otra empresa” (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

La segunda empresa que se sumó a través de Electrpart fue Inmeba, ubicaba también en la provincia de Córdoba, que comenzó a funcionar en 1975 dedicándose al diseño y la fabricación de celdas robotizadas, dispositivos de ensamble y soldadura, dispositivos para la colocación de partes móviles, encolado de vidrios, calibres especiales de control, moldes, matrices y piezas especiales para las industrias metalmecánicas y automotrices. Inmeba emplea alrededor de 40 personas, siendo en su totalidad profesionales capacitados (Inmeba, 2017).

Asimismo, para el CAPP “nos asociamos con dos grupos más, un grupo que hacía lo mismo que nosotros, pero en la Universidad Católica de Salta (UCASAL)” porque “simplemente teníamos el contacto porque el pibe había trabajado muchos años con nosotros y yo fui su director de tesis, pero después se fue allá porque él era

originario de Salta". Este investigador formó un grupo en UCASAL "y nosotros nos asociamos". Por último, "el tercer grupo fue un grupo de materiales del INTI que nos hacía algunos tipos de medida para los cuales nosotros no teníamos aplicamiento acá". De esta forma, el proyecto fue presentado y "salió entre los primeros. No sé si es tercero porque el título es Nanomagnético 003. Y empezó en septiembre del 2011 y terminó en septiembre del 2015" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

De esta manera quedó conformado el CAPP entre el Laboratorio de Sólidos Amorfos de la FIUBA, el Centro de Mecánica del INTI, el Laboratorio de Materiales Avanzados de UCASAL y las empresas cordobesas Electropart e Inmeba. El LSA contaba con una tecnología que permitía el proceso del enfriamiento rápido, pero esto era solamente para obtener muestras de laboratorio. Así, el proyecto contempló la compra de equipos y la maquinaria suficiente para realizar producción a escala preindustrial o escala prototipo. Asimismo, se contempló también el diseño y puesta en marcha de una planta piloto, dentro de la FIUBA. A cargo de la dirección de la planta piloto quedó el Ingeniero Marcelo Pagnola, investigador perteneciente al LSA. Sobre la planta piloto, el director relató que "fue un objetivo secundario" o "no tan secundario". Esa planta piloto, usada "para ensayos y desarrollos de materiales magnéticos, hoy está completa". La idea de fondo era que esta planta serviría "para ir siguiendo desarrollos externos o para ir haciendo desarrollos nosotros" para "probarlos y para tener capacidad de producir material a escala preindustrial, a escala de prototipos":

> "En el desarrollo del proyecto, también apareció otra modificación importante porque el proyecto originalmente se planteó para materiales blandos para núcleo magnético. E insinuamos ahí la posibilidad de usar los otros, los llamados duros que son los que se usan para los imanes. Son distintas aleaciones […]. Pero también para fabricar el material duro, los procesos de ambos sistemas son similares al principio. Tenés que producir el material amorfo en distintas aleaciones […]. La primera parte ancha era estudiar las aleaciones, las proporciones, la que tenía mejor comportamiento con toda la

batería de equipamiento que hay acá […]. El cuello de botella era la máquina de enfriamiento rápido […] a partir de ahí ya empezamos a trabajar en las dos direcciones" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

En síntesis, el LSA de la FIUBA, con la colaboración del INTI y del Laboratorio de Materiales Avanzados de UCASAL, se encargaron de investigar las propiedades estructurales y magnéticas de los sistemas a desarrollar y definir las aleaciones que presentaban el mejor compromiso entre prestaciones y costos para la producción de materiales magnéticos destinados a la fabricación de núcleos de transformadores e imanes de alto rendimiento. En el caso de los materiales magnéticos blandos, la empresa interesada en su utilización en núcleos de transformadores era Electropart, dado que este tipo de material es una alternativa para reemplazar el acero ferro silicio de grano orientado, que es la principal materia prima para la fabricación de núcleos de transformadores que utiliza la empresa. Por otra parte, en el caso de los materiales magnéticos duros –los imanes– fueron apareciendo empresas interesadas en realizar la aplicación y llevarla al mercado:

"Después venía la aplicación para lo cual nosotros teníamos la empresa, Electropart, la empresa de Arturo que fabricaba núcleos transformadores. Cuando apareció la posibilidad de fabricar imanes también, empezamos a buscar y nos conectamos con una empresa que se llama Motortech S.A. […] en el desarrollo del trabajo nosotros tuvimos relación con ella, y esa era una de las dos o tres principales empresas de fabricación de motores o generadores que tenía el país. Hoy es la única que queda. Las otras dos cerraron por la situación económica actual […] y después se acoplaron otras empresas también. Se acopló una empresa que se llama Drotec S.R.L. que es una empresa que fabrica bombas magnéticas, y hubo otras empresas interesadas […]. Trabajamos en conjunto con el grupo de Salta y del INTI. Ellos también recibieron una parte de los equipamientos que se compraron. Cada uno tenía una función dentro de este proyecto" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

En cuanto al rol de los demás integrantes del CAPP, el Centro de Mecánica de INTI tuvo una participación secundaria. Un entrevistado del INTI explicó que, siendo Ingeniero Aeronáutico, llevaba trabajando 30 años en el INTI y su área de especialidad era “la mecánica computacional que es la simulación numérica”. Aclaró que “en nano no tuve nunca ningún contacto, salvo este proyecto, que nos trajo en su momento y nos invitó a participar en el consorcio Marcelo Pagnola” para que “participáramos en lo que era el diseño a través de simulación del diseño de la rueda que refrigera el proceso”:

> “Es una rueda de cobre que adentro está refrigerada por agua y tiene adentro todo un sistema de canales y aletas, todo para asegurar que en la superficie se induce una temperatura que solidificara apropiadamente. Porque este proceso es un proceso de una solidificación extremadamente rápida […] esa solidificación severa es lo que produce toda esta estructura amorfa que después le da características especiales. Esa fue nuestra participación en eso y después en la parte de simular el proceso de solidificación, todo por simulación. Y luego había una etapa de ensayos ya de laboratorio que era caracterizar estas cintas que salían de las primeras pruebas, caracterizar su rugosidad. En eso fue que el INTI también se pudo hacer de un perfilómetro, que es el que mide el perfil de rugosidad en dimensiones muy pequeñas. Y también algunos ensayos de las propiedades mecánicas de la cinta. Esas serían las tres tareas: simulación y caracterización de estas dos cosas […]. En términos rigurosos lo nano yo no lo vi nunca, lo mío era una rueda a evaluar y a rediseñar y cintas a caracterizar en términos de propiedades mecánicas y morfología superficial” (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

Por su parte, el Laboratorio de Materiales Avanzados de UCASAL tuvo una participación aún menor, realizando algunas caracterizaciones complementarias a las actividades de la UBA:

> “Creo que ellos, por lo que pude cruzar en algunas reuniones en común, ellos estaban trabajando en la parte de formulación de materiales. Estos

materiales amorfos. No sé si ellos tienen alguna rueda del proceso de *melt-spinning* pero no sé bien. Tuvieron una actividad menor incluso en participación" (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

La parte empresarial se encargó de la proyección de un posible mercado para los materiales magnéticos que mediante el proyecto se intentaba generar y del testeo de los productos que se iban desarrollando. Electropart tenía previsto realizar las ventas de los núcleos de los transformadores y de los imanes una vez que se obtuvieran los resultados buscados. Por su parte, el rol de Inmeba fue diseñar y construir algunos equipos a escala de prototipo industrial.

La empresa Inmeba "es proveedor de ciertas partes de nuestras máquinas que desarrollamos para nuestra producción interna y al inicio realizó una parte importante de una de las máquinas del proyecto" (Comunicación por correo electrónico con Arturo Della Barca de Electropart, 23/10/2017). Según Sirkin, Inmeba "jugó un rol auxiliar, porque es una empresa mecánica que nos fabricó algunos equipos. En particular […] el equipo de producción que ya tenemos a escala industrial" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017). En la misma dirección, según Elvira de INTI, esta empresa "tuvo un rol más secundario en la parte de fabricación del equipo porque en realidad es una metalurgia que hace equipos con un grado de terminación y de complejidad importante". Y sobre Electropart agregó que "lo que iba a recibir era un equipo de escala preindustrial para hacer las cintas" y "después la empresa no recibía nada más, sólo iba a terminar recibiendo esa máquina, el prototipo" (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

Durante el proyecto, el armado y la puesta en marcha de la planta piloto en la FIUBA se llevaron a cabo. El FONARSEC posibilitó la compra de todos los equipos necesarios y la planta se terminó de armar con "todos los equipos de producción de este tipo de materiales y estamos en condiciones de empezar a producirlo". Según Sirkin, el resultado principal del proyecto fue generar esta planta, que "es la única que conocemos que existe en Latinoamérica". Aunque explicó que con Electropart

aún no se llegó a la producción y que la empresa "está muy interesada en que esto se produzca por todo el boom de este tipo de instrumentos electromecánicos con imanes o núcleos magnéticos de base amorfa nanoestructurada, que es lo que está invadiendo el mercado":

> "La empresa Electropart tiene mucho interés en empezar a producir […] todavía no hemos llegado a la etapa de comercialización simplemente porque compramos…la máquina la compramos en el exterior, la compramos en España.[185] Estamos en 2017 en junio. El proyecto terminó en agosto o septiembre del 2015. Empezamos a meter todo en funcionamiento, hubo que terminar algunas cosas porque por ejemplo la rueda esa que gira está refrigerada por agua y eso es un proceso muy complejo porque tenés algo que rota y le estás metiendo agua. Nosotros más o menos a principios del 2016 teníamos ya en condiciones, habíamos terminado tres meses antes, terminamos de armar todo y estábamos en condiciones de empezar. Se nos descompone uno de los equipos que compramos en España y desde ese momento estamos peleándonos con la empresa. La empresa ha mandado técnicos y no lo pudimos arreglar hasta ahora. Un año y medio de pérdida ya, un poquito menos" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

El inconveniente de uno de los equipos que se encuentra descompuesto fue lo que impidió el avance en la producción de los materiales magnéticos y, por tanto, su producción a nivel industrial. Sobre este punto el presidente de Electropart comentó que, en cuanto a beneficios para la empresa, "se consolidó una relación con el INTECIN", agregando que fue una experiencia "muy interesante en integración de recursos humanos". Aunque, no hubo beneficios "en términos reales y de productos prototipo" porque "las máquinas están paradas debido a que estamos con dificultades para reparar una máquina en garantía cuyo proveedor extranjero no está cumpliendo los términos de la misma":

[185] Se trata de la empresa Hormesa S.A. Ver: http://www.hormesa-group.com/ (Consultado el 20/12/2017).

> “Estamos tratando de hacer cumplir las garantías, ya hace casi año y medio de negociaciones y el proveedor extranjero no acepta las condiciones, ya que si bien han realizado acciones, no han podido hacer andar la máquina con problemas […]. Ya que es la primera experiencia, según tengo entendido, que se realizó como Consorcios Público-Privados en el país, faltó legislación y conocimientos al respecto […] pienso a título personal que debían haberse previsto ciertos temas post proyecto que no fueron contemplados […] esto se debía haber previsto en el proyecto con un ‘fondo para imprevistos’ porque en la realidad siempre suceden estos inconvenientes cuando se pone algo en funcionamiento, más que son máquinas y equipos prototipos diseñados para fines específicos […] y aunque existen garantías pueden ocurrir en los primeros tiempos situaciones post proyecto que traban o demoran mucho la situación real y no permiten actuar a las partes privadas por ser ámbitos y reglas de organismos públicos” (Comunicación por correo electrónico con Arturo Della Barca de Electropart, 23/10/2017).

A mediados de 2017, Electropart aún no estaba comercializando los núcleos e imanes con el material magnético desarrollado en el proyecto, aunque se encontraba en condiciones de fabricarlos. De hecho, lo hacen si un cliente lo solicita para realizar pruebas. Esto lo realizan con material que es importado. El beneficio que esperan obtener a través del proyecto es llegar a reemplazar ese material importado y hacerlo localmente.

El director del proyecto, Hugo Sirkin, opinó que de todos modos el mismo fue exitoso:

> “En nuestra opinión el proyecto fue exitoso. Todavía no concretó ventas. Pero por este problema, sino ya estaríamos… ¿La idea cual era? Empezar a fabricar algunos núcleos, algunos transformadores de determinado tamaño usando la cinta esa para hacer el núcleo […]. Y la idea también que ampliamos cuando hicimos…voy a empezar a fabricar imanes que es lo que le interesaba a Motortech y lo que le interesa a la otra empresita Drotec.

> Bueno, entendemos que el proceso fue exitoso porque tenemos todas las condiciones para empezar, aunque todavía no hemos podido fabricar estos elementos. Bueno, sí, estamos fabricando imanes, pero no por este proceso sino por otro más simple, pero que no son tan efectivos como son los imanes que vamos a tener cuando tengamos todo funcionando. Cuando tengamos esto, nosotros creemos que tanto Electropart fabricando núcleos o Motortech fabricando condensadores, generadores y motores vamos a estar en condiciones de empezar a testear el mercado. Es casi diría inexorable que el mercado se empiece a transformar y a usar estos productos sobre todo por, no solamente por el ahorro de energía [también] porque son mucho más económicos y son más potentes" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

En este sentido, agregó que se puede reemplazar un imán de un gran tamaño, por ejemplo, "un molino eólico que tiene todo el equipo de producción a 90 metros de altura en un lugar donde hay mucho viento" y "tiene una corona de imanes que deben pesar 5 kilos cada uno". A eso se lo puede reemplazar por un imán pequeño:

> "Después pensá en la reducción del tamaño de los motores y los generadores también con estos imanes mucho más potentes. Con estos imanes podés generar micro imanes que son fundamentales para la robótica. Porque los robots tienen que moverse, no pueden estar llevando un cascote de 5 kilos de peso […] surgieron varias tesis en el desarrollo del proyecto […]. Nosotros […] queríamos que el Ministerio actúe con el problema de la máquina que no funciona y se lavó las manos. El FONARSEC nosotros lo hicimos con la Universidad de Buenos Aires, no con el CONICET. Entonces ellos dicen que como los equipos se patrimoniaron en la universidad, que es de la universidad. La UBA en este momento […] está muy complicada. Y yo hablé con gente del área de Legales y me dijeron que sí, en 10 años más o menos iban a poder hacer algo. No me lo dijeron así, pero me lo insinuaron" (Comunicación personal con Hugo Sirkin de FIUBA, 22/06/2017).

Por su parte, sobre el equipo descompuesto, Elvira comentó que una vez que el proyecto terminó “lo que se hizo se hizo y lo que no, no anda: a reclamarle a la garantía” porque “el que compra, el que hace todo el proceso es el socio”. Explicó que se hace un proceso que sigue un reglamento y “una vez listo vas a una ventanilla donde te va a pagar el BM”, pero “el propietario del producto es la UBA, es Salta o es el INTI”:

> “Sólo interviene el BM a través de la Agencia al momento de pagarle a tal. Esa es la intervención. Todo el proceso de compra, la elección, la licitación, la selección del proveedor y el seguimiento es responsabilidad del socio. El BM te da un reglamento para compras, hacelo, y después va y paga. Si después hubo dificultades con el proveedor ya el BM no, hasta donde sé, no puede hacer nada […] siendo vos el comprador y el contrato es entre INTI o UBA y el vendedor. La intervención de Agencia es facilitarte el proveedor del dinero y después vos sos el que reclamas. Y seguramente hay un fin en términos de dinero, si está es la plata que hay y después ya no hay más” (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

Igualmente, desde el Centro de Mecánica de INTI, el mismo entrevistado señaló que el proyecto fue exitoso, a pesar de las dificultades administrativas recurrentes:

> “En términos de los objetivos nuestros del INTI […] pudimos potenciar toda el área de simulación, en términos de una herramienta más moderna de 2011 que era un programa de simulación americano. Pudimos llevar esa herramienta a muchos centros del Interior del país que no la tenían. Estaba focalizaba en Buenos Aires y en Córdoba, pudimos llevarla a Rosario a Rafaela, a Mar del Plata, a Córdoba que tenían ya herramientas, pero pudimos modernizarla. Eso en términos de herramienta y potencial de cálculo en otros centros del país. Y después, en lo particular, poder hacer actividad en la parte de fluidos. Por ese lado para nosotros fue exitoso. Fue un paso hacia arriba […] son oportunidades que a veces, en términos de actividad nueva y en términos de poder incorporar recursos técnicos y bienes de capital, que no siempre hay presupuesto para esto. Entonces es una

> oportunidad a aprovechar" (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

Agregó que "las dificultades fueron nuestras en toda la parte administrativa de compras", porque "si bien la Agencia tiene un reglamento de compras, según los montos tiene que hacer licitación internacional y sino compra directa", pero "a ese reglamento hubo que sumar el reglamento interno de INTI". Explicó que en el INTI "hay todo un reglamento interno de compras y adquisición pública, lo cual nos llevó tiempo", aunque añadió que "fueron esas dificultades administrativas internas":

> "Después la Agencia tiene sus tiempos, que en realidad fueron relativamente cortos […]. Desde que nosotros mandábamos todo nuestro proceso finalizado hasta que llegaba a la Agencia, si no había dificultades o no había observaciones en la formulación de los papeles, era relativamente rápido eso, la disponibilidad del dinero […] siempre hay cuestiones desde lo administrativo y desde la gestión. Es un tema que a veces cansa" (Comunicación personal con Gustavo Elvira de INTI Mecánica, 12/10/2017).

Hacia fines de 2015, el proyecto estaba finalizado. Sin embargo, la descomposición de una de las máquinas compradas a través del fondo impidió que la empresa Electropart pudiera empezar a producir el material magnético que pretendía incorporar a los núcleos de los trasformadores que estaba fabricando. Hacia fines de 2017 el problema aún no había sido resuelto.

4.4 Nanointermediarios

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 construidos 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; Vila Seoane, 2011: 26). Según los estudios realizados por la Subsecretaría de

Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva reflejados en la Disposición Nº 002/10 –donde se aprueban las líneas a fomentar en nanotecnología–, se explica que en este eslabón es donde las empresas argentinas tienen mayores potencialidades, ya que muestran cierto nivel de eficiencia en ocupar espacios del mercado interno y, en ciertos casos, han logrado exportar.

Dentro del área de Nanointermediarios, fue determinada como línea prioritaria los Nanoencapsulados,[186] 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, por tanto, conforman un rápido acceso a la producción en la industria farmacéutica, nanomedicina tanto animal como humana –a través de nuevos métodos en tratamiento y diagnóstico de enfermedades y aplicaciones médicas y veterinarias–, 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 Nº 002/10).

Dentro de la línea prioritaria Nanoencapsulados fueron aprobados 2 proyectos: “Nanotecnología para textiles funcionales” y “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”. En las siguientes subsecciones se analizan estos dos proyectos en detalle.

4.4.1 Textiles Funcionales

Para el proyecto “Nanotecnología para el desarrollo y producción de textiles funcionales”, se conformó un CAPP que reunió a dos Centros del INTI, el Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria Química y el Centro de Investigación y

[186] 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.

Desarrollo Textil, y al Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), dependiente de la UNMdP y CONICET, por la parte pública. Por la parte privada, participó la empresa Guilford S.A. y la Fundación Pro Tejer. La investigadora que se encargó de dirigir el proyecto fue la doctora en Ciencias Químicas Laura Hermida, perteneciente al Laboratorio de Sistemas de Liberación Controlada del Centro de Química del INTI. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $3.197.000 –alrededor de 850 mil dólares–, con una contraparte de $2.162.147,73 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y debiendo finalizar a fines de 2015. Finalmente, el proyecto se extendió como consecuencia de atrasos en las compras de equipamiento.

El objetivo general del proyecto fue el desarrollo de textiles funcionales mediante herramientas de micro y nanotecnología. En concreto, se buscó la obtención de textiles con innovaciones a través de micro y nanoencapsulado de sustancias naturales que resulten repelentes a insectos vectores de enfermedades –como los mosquitos *Aedes aegypti*– o vectores de enfermedades como el Dengue, Leishmaniasis, ectoparásitos u otros insectos hematófagos.

El Centro de Química del INTI estaba trabajando desde 2001 aproximadamente en microencapsulación y más tarde, en liposomas.[187] Debido a que no se logró avanzar en servicios a empresas en relación a liposomas, surgió la posibilidad de la nanoencapsulación para aplicaciones alimenticias o cosméticas. Así, el Centro de Química del INTI fue acumulando experiencia desde 2001 en micro y nanoencapsulación (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Por su parte, el Centro de Textiles del INTI, con el objeto de brindar apoyo tecnológico a la industria textil y de la indumentaria, contaba con conocimientos en textiles convencionales, en procesos de terminación de tejidos ignífugos, antiarrugas, entre otros. Fue este Centro el que contactó al Centro de Química,

[187] Los liposomas son nanopartículas en forma de esfera que pueden atravesar membranas biológicas como los vasos sanguíneos, y se pueden llenar con principios activos que apuntan a la terapia de distintas enfermedades. Es decir que los liposomas se utilizan como transportadores de sustancias –medicamentos o cosméticos– al exterior e interior de la célula.

buscando generar innovaciones en el área textil, las cuales podrían concretarse a través del uso de micro y nanotecnología, aprovechando la experiencia de este último Centro en micro y nanoencapsulación.

En principio, los dos centros empezaron a trabajar en conjunto en telas con aromas y, más tarde, con textiles repelentes a insectos. A través de la Asociación Argentina de Químicos y Coloristas Textiles,[188] los centros del INTI consiguieron una beca para seguir trabajando en el desarrollo de textiles con agentes microencapsulados. El proyecto involucró el diseño, desarrollo y caracterización del sistema microencapsulado a cargo del Centro de Química, y su aplicación y fijación en textiles a cargo del Centro de Textiles. Los ensayos con insectos fueron realizados con el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE-CONICET). El resultado de este trabajo interdisciplinario fue un tejido con una capacidad repelente a los mosquitos que perdura en el tiempo. La obtención de este producto se logró a través de la microencapsulación de aceite esencial de citronella –agente repelente– y la posterior aplicación de las microcápsulas obtenidas en tejidos de algodón. A raíz de este desarrollo del tejido de algodón con repelencia a insectos, en 2009 el INTI recibió el Premio Innovar,[189] en la categoría Investigación Aplicada (*Saber Cómo*, 2010).

Al surgir la convocatoria a los proyectos FONARSEC en 2010, dentro del área de Nanointermediarios, aparece una línea prioritaria: los Nanoencapsulados, que tienen variadas aplicaciones, una de las cuales es la industria textil:

---

[188] La Asociación Argentina de Químicos y Coloristas Textiles, fundada en 1954, tiene por objetivo realizar capacitación y desarrollo de los conocimientos de la química en su aplicación en el área textil. La Asociación es miembro de la Federación Latinoamericana de Químicos Textiles (F.L.A.Q.T.), por medio de quien organiza congresos nacionales y participa en los Congresos Latinoamericanos de Química Textil, en los cuales por medio de becas fomenta la ejecución de trabajos y desarrollos técnicos sobre la materia. Ver: http://aaqct.org.ar/historia.html. (Consultado el: 27/10/2017)

[189] INNOVAR es un Concurso Nacional de Innovaciones que apoya y estimula la actividad innovadora en el país. Es organizado por del Programa de Popularización de la Ciencia y la Innovación del MINCyT y desde 2005 convoca a estudiantes universitarios, investigadores, y pequeñas y medianas empresas a que presenten sus desarrollos. Su objetivo es estimular y difundir la transferencia de conocimientos y tecnología, aplicados a productos y/o procesos que mejoren la calidad de vida de la sociedad y promover las innovaciones que diversifiquen la trama productiva del país. Disponible en: http://www.innovar.mincyt.gob.ar/autoridades/. (Consultado el: 27/10/2017).

> “En ese ínterin surge el FONARSEC. Patricia Marino,[190] no sé cómo fue la participación de ella, sé que Patricia es muy conocida y estaba muy vinculada en el MINCyT, por ejemplo. Entonces yo creo que ella generó de alguna manera la necesidad y apareció nanotecnología para textiles en la convocatoria [...] Eran unas líneas que prácticamente tenían nombre y apellido de alguna manera [...] Que, por otro lado, vos lo mirás y puede ser una cosa de amiguismo, pero en realidad, otra mirada es la industrial. Porque decís el sector textil necesita estar fortalecido, bueno necesitamos textiles en la convocatoria. Instaló la necesidad. Entonces salió, no me acuerdo como era el título, era algo así como ‘textiles con nanoencapsulados’ [...] Esto era algo de textiles, no me acuerdo, pero mencionaba específicamente” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

De esta manera, el Centro de Textiles de INTI lideró la conformación del Consorcio. Debido a la previa vinculación con el Centro de Química, este se sumó al Consorcio. El grupo de Polímeros Biomédicos del INTEMA fue convocado por el INTI, por sus actividades en investigación y desarrollo en el área de materiales, específicamente en el desarrollo de nanofibras y nanocompuestos para su uso en biomateriales (MINCyT, 2013b).

Un investigador de este grupo del INTEMA relató que su grupo “principalmente se centra en el estudio de materiales poliméricos para aplicaciones biomédicas y desde hace unos años investigamos nanoestructuras y propiedades de materiales nanoestructurados”. Entonces, explicó que los biomateriales “tienen aspectos nanotecnológicos en cuanto al trabajo a su procesamiento en nanopartículas o nanofibras, en su composición y propiedades”:

> “Cuando los investigadores de INTI nos propusieron cointegrar un consorcio asociativo [...] ya teníamos experiencia y antecedentes previos en el uso de tecnologías de electrohilado para fabricar nanofibras poliméricas, mientras que INTI tenía amplia experiencia en temas del área textil y encapsulación

[190] Patricia Marino es Ingeniera Textil y fue la directora del Centro Textiles del INTI y responsable Legal del proyecto FONARSEC.

> de repelentes. Antes de que surgiera la posibilidad de presentarnos en conjunto a un proyecto FONARSEC existían algunas interacciones previas con INTI Textiles [...]. El INTI nos convoca como sublíderes del proyecto, como otro de los centros estatales en la parte pública del consorcio que integra este proyecto [...]. Los contactos con la Fundación Pro Tejer y Guilford S.A. fueron gestados por INTI" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Por la parte empresarial, se requería a pedido del FONARSEC una cantidad mínima de dos empresas. Una de las empresas integrantes fue Guilford S.A. y la segunda, fue la Fundación Pro Tejer que, a pesar de ser una organización sin fines de lucro, logró participar en calidad de empresa privada.

Guilford es una empresa argentina dedicada a la producción de tejidos, que funciona desde 1957 en el país. Guilford emplea alrededor de 450 personas y hasta 2016 llevaba a cabo sus operaciones tradicionales de tejeduría, tintorería y estampería en tres plantas, que estaban ubicadas en Comodoro Rivadavia, Mercedes y San Luis (Guilford, 2017). El cierre de la planta productiva en Comodoro Rivadavia se produjo en octubre de 2016 a raíz de la apertura de importaciones textiles y la caída del consumo interno, en un clima de cierre de miles de empresas argentinas.[191] Guilford exporta parte de su producción a mercados competitivos como Estados Unidos y Australia, y es socio del Centro de Textiles de INTI (MINCyT, 2013b).

Por su parte, la Fundación Pro Tejer es una organización sin fines de lucro, creada en 2003, como respuesta a la necesidad de reunir a todos los sectores de la cadena de valor de la Agro Industria Textil y de Indumentaria de la Argentina (Fundación Pro Tejer, 2017). Sus socios fundadores –no sólo las principales empresas del sector, sino también investigadores, sindicatos, revistas y principales carreras universitarias, las cámaras asociadas en la cadena de valor, entre otros– coinciden en la construcción de un relato "ganador" sobre las fortalezas y atributos de la

[191] Ver: http://www.lanacion.com.ar/1951331-sigue-cerrada-la-planta-textil-guilford. Para seguir el conflicto de Guilford ver: https://www.elpatagonico.com/conflicto-guilford-a4842. (Consultado el 07/11/2017).

cadena de valor textil para el desarrollo social y económico del país. Este relato, concebido para ser "ofensivo", se basó en destacar las fortalezas de la cadena de valor textil y no en sus debilidades, ya que las reiteradas crisis que venía enfrentando la industria nacional habían hecho a esta cadena más defensiva que ofensiva (Comunicación personal con Ariel Schale, Director Ejecutivo de la Fundación Pro Tejer, 1/08/2017). La Fundación Pro Tejer propicia y arbitra el diálogo y la relación entre los distintos actores interesados en el desarrollo de la cadena de valor: trabajadores, empresarios, centros de investigación y universidades; con el objetivo de lograr una sinergia con el sector público que resuelva los problemas sectoriales y potencie el crecimiento de nuestra industria nacional (Fundación Pro Tejer, 2017).

Desde el Centro de Textiles de INTI, una investigadora relató que tenían el contacto con las empresas y "había ocurrido justo que Pro Tejer había estado en un viaje a España y se había visto con los sectores de investigación, y estaban muy entusiasmados en promover [...] acá el tema de la nanotecnología", así que "les pareció un proyecto interesante":

> "Y con Guilford veníamos en contacto. Digamos, hay muchas textiles. Pero innovadoras no había demasiado [...] Ellos estaban exportando productos textiles para aplicaciones médicas. En ese momento, el 60% un arito tejido que tienen los stents.[192] Los stents tienen un arito tejido, el 60% de los stents que se venden en el mundo tenían un arito de Guilford. O sea, es un mercado sofisticado e interesante. Entonces los invitamos a participar" (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017).

Por su parte, desde el Centro de Química, la investigadora contó que el armado del CAPP "no fue fácil" porque "Patricia Marino y Marina[193] tenían muy aceitada la relación con las empresas". Guilford "era una empresa innovadora, súper

[192] Un implante de stent es una prótesis que se coloca dentro de las arterias para reestablecer el flujo de la sangre hacia los órganos afectados por la falta de riego sanguíneo. Ver: https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/implante-de-stent-periferico-solucion-para-la-falta-de-riego-sanguineo. (Consultado el 07/11/2017).

[193] Marina Pérez Zelaschi es Ingeniera Industrial que trabajó como Gerente de Desarrollo en INTI.

innovadora", que "ya venía trabajando con nanopartículas de plata" y a Fundación Pro Tejer "la pusieron con el sentido de decir 'en Pro Tejer tengo una asociación de empresas'", aunque "esa la pelearon porque no se las aceptaban en el FONARSEC como empresa":

> "Pero ellas los convencieron de que ellos nos iban a dar el acceso a distintas empresas, que un poquito sucedió después [...]. O sea lograron que Pro Tejer esté, sin un papel muy claro, pero ellas lo armaron, estuvieron muy hábiles. Ahora, ¿a mí qué me faltó?, yo era la parte química: la empresa química. O sea, nos faltaba alguna empresa química que, si íbamos a hacer microcápsulas, las pudiera hacer. Y eso fue un punto de discusión, porque en realidad yo ya tenía un candidato con la misma relación que ellas tenían. Lo que pasa que ese candidato a ellas no les cerró. A Patricia Marino en particular, no a Marina, pero a Patricia Marino no le cerró por otras cuestiones, que se yo. Y me lo bochó [...]. Yo también era medio pichona, no joven, pero primera experiencia en proyecto grande. Entonces no tuve la suficiente firmeza como para decir: 'No, falta la empresa química que sea de nosotros', que haga el tratamiento químico de las telas, que haga las microcápsulas que se necesitan, lo que fuera, para mí faltaba esa pata. Bueno nunca la tuvimos [...] pero el proyecto después fue evolucionando. O sea, lo que yo quería, en realidad las microcápsulas no iban funcionando muy bien. Entonces nos fuimos orientando hacia lo que sí se podía hacer y que funcionaba de alguna manera mejor. O sea, la necesidad de la empresa química no fue tan terrible" (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Sin embargo, pese a que la directora comentó que "la necesidad de la empresa química no fue tan terrible", desde el Centro de Textiles no coincidieron y la investigadora entrevistada sostuvo que precisamente ese fue uno de los obstáculos más fuertes que enfrentó el proyecto:

> "La dificultad que tuvo este proyecto, que no fue en la parte técnica precisamente, sino digamos, nosotros hacíamos el desarrollo y era

> fundamental conseguir una empresa química. La empresa textil era para probar, pero no para tener difusión del producto porque los productos de la industria textil los compra el sector de química. Venden en cantidad, digamos. Entre nosotros y la empresa textil faltaba un actor intermediario, una empresa química que sea la que hace volumen de productos como para poder aplicar. Argentina tiene pocas empresas que produzcan cosas, en general tiene pero que traen productos del exterior y los revenden en el mercado nacional. Ellos (Guilford) tenían ingenieros de aplicación de producto y de desarrollo, pero no de investigación [...]. Porque la industria textil es una industria de aplicación" (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017 y 1/08/2017).

Entonces, "faltó esa interfase con empresas químicas". Marino reflexionó que "ahí hubiera sido distinto porque el interés tendría que haber sido fabricar el producto. La textil no podía tener un desarrollo directo con nosotros. Digamos estaba interesado, pero había que resolverle volumen, con muestritas de laboratorio no hace nada". Ese "desarrollo no puede ser aplicado por las empresas textiles porque nosotros hacemos muy pequeñas cantidades para probar la efectividad pero después tiene que ser producido por una empresa química. Auxiliares para el sector textil" (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017 y 1/08/2017).

Es posible observar que el INTI es la institución que llevó adelante el proceso de conformación del CAPP y, dentro del INTI, el Centro de Textiles tuvo mayor protagonismo en el mismo respecto al de Química. No obstante, la directora del proyecto fue la doctora Laura Hermida, perteneciente al Centro de Química. Esto se explicó porque uno de los requisitos no formales –ya que no figura en las Bases de la Convocatoria– de los FS fue la elección de un director/a con perfil académico. Así, Hermida refirió que "en ese momento, ahora creo que es diferente, exigían del director del proyecto FONARSEC un perfil bastante académico" y luego añadió que ella no quería ser la directora, aunque sí quería participar:

> “Patricia quería ser la directora y yo quería que fuera Patricia. Estábamos todos de acuerdo. Lo que pasa es que, en ese momento, el intermediario nuestro dijo ‘Miren tiene que ser un perfil más académico, porque van a competir con [...] pesos pesados que tienen un curriculum con papers y con doctorados’. En ese momento fue así, que eso tal vez fue un error porque Patricia sí tenía la relación con las textiles y yo no. Y encima no había ninguna química involucrada, entonces mi liderazgo era súper relativo. Hoy en día eso cambió, el director del FONARSEC puede ser una persona que trabaje en el tema” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Una vez conformado el CAPP y definida la directora del mismo, se puso en marcha el proyecto, cuyo objetivo era el desarrollo de textiles repelentes a mosquitos. Objetivo “ambicioso”, en palabras de su directora, ya que estos textiles debían resistir el uso doméstico, lavados y demás cosas:

> “Y eso, te diría, que no lo tiene nadie a nivel mundial [...] de todas formas teníamos ese objetivo de máxima, pero también teníamos líneas de mínima [...] Entonces teníamos alternativas porque sabíamos que podíamos no llegar al objetivo final que, de hecho, no llegamos al objetivo final” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Mientras que el Centro de Química trabajó en el diseño, preparación y caracterización de las sustancias repelentes micro/nanoencapsuladas de distinta naturaleza, el Centro de Textiles se encargó de su aplicación a los sustratos textiles. Por su parte, el grupo de Polímeros Biomédicos del INTEMA hizo aportes en el desarrollo de nanofibras y nanocompuestos (MINCyT, 2013b):

> “Nuestro aporte principal fue proporcionar el conocimiento científico para el desarrollo de materiales nanoestructurados aplicados al área textil. También aportamos el conocimiento de la tecnología de electrohilado, temática que veníamos trabajando desde hace cinco años con equipamiento y montajes de laboratorio propios que nos permitían desarrollar estructuras nanofibrosas. Hasta el momento del inicio del proyecto, INTI aún no había

abordado estudios en este campo. La función de INTEMA en este proyecto estuvo centrada en desarrollar materiales con agentes repelentes y la puesta a punto de procesos de producción. La complementariedad entre los grupos fue excelente porque el Centro Química ya venía trabajando con repelentes y encapsulación, partículas, en otras estrategias y el Centro Textiles poseía una importante experiencia específica en materiales textiles" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Con todo, el objetivo "ambicioso" de tener textiles repelentes a los mosquitos no fue alcanzado, aunque sí se lograron desarrollar textiles con funcionalidad recargable y textiles funcionales para otras aplicaciones –ignífugos, insecticidas–, que luego derivaron en otros dos proyectos. En cuanto a los textiles recargables, se trata de textiles que tienen un tratamiento con un repelente que tarda en liberarse. Es decir, la tela contiene unas moléculas impregnadas, que actúan como repelente, que tarda más en liberarse. Este repelente se libera en cada lavado de la prenda, pero el sistema permite la recarga. Dichos repelentes son de origen natural, aunque no se fabrican localmente, por lo cual durante el proyecto se requería importarlos. Para validar el producto y verificar su eficacia en el funcionamiento, el CAPP se asoció de manera informal con CEPAVE-CONICET y con el Instituto Nacional de Medicina Tropical (INMEeT).[194] El CEPAVE se encargó de la realización de las pruebas a nivel laboratorio y el INMEeT, cuyos intereses se encuentran en enfermedades como dengue y Leishmaniasis, realizó los ensayos y pruebas de campo:

"Entonces nosotros pusimos unas cortinas. La idea era tener cortinas para las casas y además ropa, hay unos chalecos con esas redes pequeñas, artículos para carpas, todo tipo de material que pudiera ser de ese estilo que vos lo cargas con el repelente y te protege en una serie de ambientes o un lugar físico también. Eso fue a lo que más apuntamos. Y después, lo que era

[194] El INMeT es un organismo dependiente del Ministerio de Salud de la Nación, creado a través de la sanción de la Ley 26534/2009, reglamentada por el decreto 125/126/2011. Esta institución se crea para coordinar la planificación y desarrollo de las estrategias de prevención y control de las enfermedades tropicales y subtropicales. Se encuentra ubicado en la zona de la triple frontera, en la ciudad misionera de Puerto Iguazú. Ver: http://www.msal.gob.ar/inmet/index.php/ct-menu-item-2/ct-menu-item-4 (Consultado el 07/11/2017).

> aplicar microcápsulas terminaba no siendo rentable económicamente porque aparte no teníamos la empresa química que dijera 'sí, yo lo puedo hacer' [...] Nos fuimos hacia ese lado por una cuestión de facilidad técnica y económica" (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Además de los textiles recargables, se desarrolló una línea más innovadora, que consistió en la aplicación de nanofibras a textiles, que estuvo a cargo del grupo de Polímeros Biomédicos del INTEMA. Estas nanofibras con repelente –fibras que liberan el repelente– se hacen por medio de un equipo de electro spinning, que el Centro de Textiles de INTI y el INTEMA adquirieron a través de los fondos del proyecto. Esta parte del proyecto dio lugar a una patente titulada "Textil Multicapa con Capacidad para Encapsular un Agente Repelente Natural y Liberarlo en Forma Controlada", que fue solicitada por la UNMdP, INTI y CONICET ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI):[195]

> "Hay un prototipo de producto que nosotros de hecho hemos presentado la solicitud de patente al INPI. Disponemos de un prototipo de producto dentro de la batería de productos que se habían propuesto. Este prototipo funcional es interesante y está en vías de patentamiento. Esperemos que la patente sea licenciada y que se transfiera efectivamente a algún interesado para llevar el producto a una escala que pueda comercializarse y finalmente el proyecto tenga el fin social que buscamos. Lo hemos conversado esto con Laura [Hermida] como para que no quede simplemente como experiencia, el equipamiento, la formación de recursos humanos, porque hubo estudiantes de posdoctorado, una beca PDTS [Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social] de CONICET otorgada para este proyecto, se trajo un consultor externo también que dictó un seminario y realizó aportes al proyecto. En cuanto al producto, pensamos que puede llegar a tener una viabilidad y es allí donde hay que apuntar" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

[195] Solicitud INPI N° 20160102646, 31-8-2016. Ver: http://www3.fi.mdp.edu.ar/biomat/publicaciones/patentes/ (Consultado el 07/11/2017).

Por otro lado, el proyecto FONARSEC dio lugar a la ejecución de otros pequeños proyectos. El Centro de Química llevó a cabo otro proyecto que consistía en la aplicación de una tecnología similar a los textiles con funcionalidad recargable, pero que, en lugar de liberar un repelente, liberara un insecticida específicamente en collares para perros. Este otro proyecto formó parte de uno de los 18 proyectos PRIS que administró la FAN en el Programa Nanopymes (ver capítulo 3):

> "Ese proyecto se derivó directamente del FONARSEC. Porque cuando ellos vienen con la necesidad, digo estamos trabajando con lo mismo, pero para otra aplicación. Ellos pensaban en collares y algo que se libere usando nanotecnología. Y vimos que había financiación posible. […]. Entonces fue como cruzar las dos cosas [...] lo que usábamos de tecnología para una cosa lo usábamos para la otra. Lo que difería era la calidad del material textil y el activo que usábamos. Pero los conceptos y criterios generales eran similares, lo que servía para una cosa servía para la otra. Eso fue una derivación interesante del proyecto del FONARSEC. Era la misma estrategia aplicada a dos cosas diferentes" (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

También para el Centro de Textiles del INTI, del proyecto FONARSEC se desprendió otro proyecto de menor dimensión –por su monto, que fue alrededor de $90.000–, financiado por la FAN. Este proyecto formó parte del Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología, mejor conocido como Pre-semilla, que describimos en el capítulo 3, y que vinculó a una empresa interesada en tratamientos ignífugos para calzado de seguridad.

Sobre la relación con las empresas y su rol dentro del proyecto FONARSEC, la directora comentó que "no fue buena" y que "no les interesaba mucho el proyecto". Agregó que en Guilford podía ser "porque estaban en otra cosa, estaban tratando de sobrevivir" y "además porque a lo mejor esperaban al final, cuando la cosa estuviera lista. 'No me molesten antes'. Fue medio así". En cuanto a Pro Tejer, "cambió de director: estuvo uno que estuvo bastante involucrado y después cambió de directivos y tampoco":

> “Yo di una charla en un momento y que ya hacía tres años que estábamos en el proyecto, o cuatro. Y estaba él y me dice ‘tenemos que juntarnos, que interesante lo que están haciendo’. No estuvieron muy involucrados. Pedimos cosas a Pro Tejer, les pedíamos cosas, algunas nos dieron, algún contacto nos hicieron con empresas, pero no era una cosa de trabajar en conjunto. Tuve apenas contacto, de verlos tres veces” (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Según Marino el rol de Pro Tejer “era más que nada vincular otras empresas y de difusión”, lo que “se fue dando. Ocurrió. Se acercaron algunas empresas”. En su opinión, “la Fundación instaló el tema y toda la gente que hace a la Comisión Directiva escuchó el tema y entonces ya se dirigió a nosotros para poder aplicar” (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017 y 1/08/2017).

Según Abraham, “la interacción con parte empresarial fue bastante limitada”:

> “Pro Tejer es una Fundación que nuclea estas empresas importantes y su rol era más bien posterior al proyecto, al actuar como facilitador de la transferencia, por lo que en la etapa de investigación y desarrollo como que no tenían mucha injerencia. Si ellos veían potencialmente un prototipo viable de ser transferido, hubieran actuado más. A la empresa Guilford se los convocaba a las reuniones periódicas del CAPP y no asistían. En su momento prestaron el nombre, pero tuvieron que enfrentar problemas económicos y a fines de 2013 presentaron una convocatoria de acreedores, por lo que su aporte durante el desarrollo del proyecto no fue relevante, aunque si fue fundamental en la etapa inicial para poder tener el proyecto financiado” (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Estaba previsto que Guilford se involucre en la última etapa en los repelentes en nanofibras, escalando los desarrollos a nivel de planta piloto, y posteriormente comercializándolos, aunque después eso no sucedió:

> “La idea era que casi al fin, en la última etapa del proyecto, Guilford iba a probar estos microencapsulados para ver en qué gama de productos podía aplicarlos. Guilford entraba en la última etapa. El desarrollo lo hacíamos nosotros y en la última etapa ellos hacían las impregnaciones. Y en esa etapa empezó a tener problemas societarios y se dividió la sociedad. O sea, el problema que tiene Guilford viene ya de años atrás, porque era una empresa familiar. Entonces el que estaba a cargo de la empresa empezó a ser cuestionado por los otros miembros de la familia. Digamos que era familia, pero no hijo, sino sobrino [...]. Empezó a tener muchas dificultades y entonces ya ahí hubo una gente del área de desarrollo de Guilford que se fue de la empresa. La última etapa no la pudimos concretar porque hubo un montón de cambios de conducción de la empresa y dificultades en el grupo de investigación, completamente distinta a cuando nosotros empezamos a trabajar” (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017).

Y, por su parte, la Fundación Pro Tejer estaría involucrada en el acercamiento de empresas que fueran necesarias para el avance del proyecto y participaría en el proceso de transferencia de tecnología al sector industrial coordinando la fabricación de prototipos para una evaluación a campo de los textiles funcionales desarrollados, aunque tampoco funcionó como estaba previsto. Según relató Hermida, “en un momento nos pasó que para las pruebas que serían de campo, las últimas pruebas que hicimos en la triple frontera allá en Misiones, necesitábamos escalar el proceso” y en eso “nos tendrían que haber ayudado claramente y no”:

> “Fue como rogarles, lo único que logramos fue que nos dieran un par de contactos. Con las empresas estas con las que nos contactaron [...]. La verdad que fue imposible. Tal es así, que en el marco de esto tuvimos proyectitos así paralelos, uno fue con Eslovenia que tienen unos proyectos del MINCyT.[196] [...] Tienen un centro textil importante y tenían equipos de

[196] Se trató de un Proyecto Bilateral entre Argentina y Eslovenia de 2011 para el Desarrollo de métodos para la fijación de microcápsulas a tejidos de algodón, financiado por el MINCyT y el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MHEST) de la República de Eslovenia, en

> escalado. Entonces María Miró [ingeniera Textil integrante del Centro Textil de INTI] en una tanda se fue con metros de tela, los trató allá en las instalaciones de ahí y se volvió con la tela tratada. Y eso nos solucionó un problemita, pero eso Pro Tejer lo tenía que articular. Incluso iba a poner a las empresas a fabricar cosas que nosotros necesitáramos, esa era la función. No funcionó" (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Evidentemente se trató de un Consorcio en el cual la parte privada tuvo apenas participación y no estuvo involucrada en el desarrollo del proyecto. En síntesis, la aplicación estuvo ausente. Se trató de un proyecto de investigación sin transferencia tecnológica, en el cual la única empresa involucrada perdió interés y la Fundación Pro Tejer, al no ser una empresa –a pesar de haber participado en esa condición– no pudo hacer gran cosa, más que acercar y poner sobre la mesa el tema de los textiles recargables a sus socios.

Sin embargo, que ninguna empresa esté comercializando hoy en día los textiles recargables que desarrolló la asociación INTI-INTEMA se debe también a otro inconveniente. Un obstáculo que enfrentó este proyecto en particular fue la regulación. El problema en este sentido fue que los textiles con repelentes no se encuentran catalogados en el país, y por tanto no están regulados por la autoridad correspondiente, que es la ANMAT. Es decir, un textil con repelente no es un producto cosmético ni tampoco es un producto repelente, que sí están regulados por estar en contacto con la piel, por lo cual carece de catalogación. En este sentido, la directora del proyecto explicó que cuando el proyecto empezó, se vio "sin experiencia en este tipo de proyectos" y pensó que "la regulación iba a avanzar por sí sola"

> "Y yo digo: 'Bueno, está el FONARSEC, esto va a avanzar'. En su momento fuimos a hablar con la responsable de este tipo de productos, que estaba

---

el marco de proyectos conjuntos de investigación. En el cual participaron el INTI Química y Textiles y la Universidad de Maribor de Eslovenia. Ver: https://www.inti.gob.ar/quimica/liberacion/proyectos.htm. (Consultado el 08/11/2017).

> muy interesada porque estábamos usando agentes naturales [...]. A la persona ésta la corren del lugar y [...] ya dejamos de tener buen interlocutor y no avanzó la regulación [...]. Ahora, creo que este año recién hay un avance pequeño en la regulación. ¿Qué pasó? Pro Tejer no dio señales de vida, Guilford estaba en la quiebra, se nos acerca otra empresa interesadísima en el producto este recargable. Tenemos las gabardinas, tenemos todo, lo podríamos hacer. Le decimos esto de la regulación. Sin la regulación él no lo puede vender, no lo pueden comercializar. Y le decimos esto, 'Sí, pero como es un producto natural ¿qué problema puede haber?'. [...]. Él fue a hablar, pero todavía no está. No pudimos, otra puerta que se cerró. A lo mejor la inocencia de uno de no haber previsto que esto podía llevar mucho más tiempo. El ámbito en el que nos estábamos metiendo, que era un ámbito regulado, nos podíamos haber metido en nanotecnología en textiles para carpas o para algo que no tenga que ver con el contacto [...]. Nos metimos en camisa de once varas" (Comunicación personal con Laura Hermida de INTI Química, 05/07/2017).

Sobre el mismo punto, Marino explicó que para los productos repelentes necesitaban la aprobación de ANMAT "aunque fueran productos naturales", lo que "se convirtió en un camino casi insalvable":

> "Nos hemos reunido con empresas químicas que podrían estar interesadas, pero nadie quiere arriesgar a tirarse a producir algo que después no se lo aprueba ANMAT. Bueno, eso fue una valla importante. Nadie le podía asegurar a la empresa química que después pudiera fabricar el producto [...]. Después [...] las empresas textiles vinieron a averiguar cómo podían aplicar y empresas químicas. El interés fue creciendo y hay mucho interés en el sector para aplicar estos productos. Yo te diría que cada mes o dos meses tengo un mail de empresas que están interesadas en hacer la aplicación. Y el tema está en que no sabemos qué decirles por este motivo de si no les van a poder aprobar el producto [...]. Ese eslabón de la ANMAT fue un gran escollo para que empresas químicas digan 'me largo y hago el volumen de

producción'. Entonces, no tenemos volumen de producto, pero tampoco certeza de que le van a autorizar. […] Había que hacer quizás una gestión política" (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017 y 1/08/2017).

Sin embargo, la relación entre las instituciones públicas INTI-INTEMA funcionó bastante bien, y también la relación con las instituciones asociadas de manera informal: CEPAVE e INMeT. Según la directora, este grupo técnico quedó consolidado y vinculado. En opinión de Marino, el proyecto fue exitoso en su rol de generación de una plataforma tecnológica "porque nos dio pie para iniciar otras líneas", surgiendo el proyecto Pre-Semilla de la FAN. En su opinión, les "abrió la puerta", que "capaz que no era eso exactamente la idea del proyecto, pero nos abrió la puerta para un montón de cosas":

> "O sea, el vínculo con el sector privado sin duda en este proyecto fue muy importante [...]. Este proyecto cumplió varias cosas, la idea de los FONARSEC que eran plataformas para el desarrollo para nuevas capacidades, más allá que se cumpla con una empresa concreta. Con la que fuimos sí se cumplió, porque instaló en el medio textil las inquietudes y ubicó al INTI en ese espacio de conocimiento. Ese rol de plataforma de conocimiento yo creo que el FONARSEC lo cumplió acabadamente" (Comunicación personal con Patricia Marino de INTI Textiles, 14/07/2017 y 1/08/2017).

Desde INTEMA el investigador señalo que "fue exitoso en cuanto a que trajo sus beneficios a nivel de aprendizaje del manejo de grandes proyectos y del equipamiento recibido y la experiencia":

> "Reforzamos mucho la colaboración entre INTI y nuestro grupo. Empleamos estos instrumentos de financiación y conseguimos equipamiento costoso que de otra manera hubiera sido muy difícil de adquirir con otros instrumentos de la Agencia. Valió la pena afrontar este tipo de desafíos con un proyecto que fue muy interdisciplinario. [...] Las reuniones periódicas de evaluación que se hicieron en diferentes lugares y el seguimiento por los auditores externos con

> metodologías de trabajo que nosotros habitualmente no estábamos a acostumbrados a llevar adelante fueron altamente beneficiosas" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Más allá de la inexistencia de la regulación en cuanto a los textiles con repelentes, y de la falta de una empresa química en el proyecto, otro escollo importante que mencionaron varios entrevistados fue todo lo concerniente a las cuestiones administrativas. Por ejemplo, Abraham relató que, al ser la primera experiencia de proyectos FONARSEC, "todo era medio incipiente". Mientras que el INTI "ya tenía toda una logística propia de gestión de proyectos bastante avanzada", "nosotros estábamos en ese momento un poco más alejados de esa dinámica", por lo que la experiencia "se fue construyendo con el tiempo":

> "La parte de manejo de fondos y la ejecución de las compras insumió una parte muy importante del tiempo, incluso para INTI que está físicamente más cerca de la Agencia. Las cuestiones administrativas nos insumieron muchísimo tiempo. Esto es algo que charlamos con las autoridades de FONARSEC en varias oportunidades. Los investigadores llevamos adelante proyectos, pero proyectos de esta envergadura requieren mucha actividad de gestión y administración. Esto implica tiempo restado a la investigación [...]. La administración y gestión requirió de consultas permanentes a la Agencia. Y muchas veces la Agencia misma, nos daba respuestas diferentes. Eso puede ser porque también los proyectos eran nuevos y los manuales de procedimientos no eran conocidos en detalle. Esto nos llevó a cometer algunos errores que fueron rectificados sobre la marcha. Una compra directa insumió dos años desde el primer presupuesto hasta que llegaron los equipos para instalarse. Ni que hablar de las licitaciones caídas o los aumentos de precios que se sufrieron en esos años" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Lo que refirió el investigador de INTEMA es que los montos asignados a los proyectos FONARSEC se hacían en pesos, y las compras de equipamiento en la mayoría de los casos, al proceder del exterior, necesariamente debían realizarse en

moneda extranjera. Entonces, una devaluación del peso argentino respecto de la moneda extranjera encarecía las compras. Además, los lentos tiempos burocráticos muchas veces incidieron en demoras del proyecto, por ejemplo, en la compra de equipamiento. Por otro lado, el personal de ANPCyT que se encargaba de la administración y gestión de los FS no duraba mucho tiempo en los puestos:

> "La falta por ahí de interlocutores o interlocutores que van cambiando en el camino es un poco lo que hizo complejo en llevar adelante el proyecto [...]. Yo hubiera esperado que haya un tipo de administración diferente. Entiendo que hay normativa bajada desde el BIRF que había que cumplir en todos los procedimientos. Pero para proyectos mucho más grandes que el nuestro podían asignar una persona justamente a estudiar todos los vericuetos administrativos, de compras y de contrataciones y de manejo de fondos y demás que en nuestro caso se hicieron complejos porque lo teníamos que asumir los mismos investigadores. Entonces, un proyecto de esta magnitud necesita una unidad administrativa de fondos que asuma toda la carga administrativa que además uno desconoce y tiene que ir aprendiendo sobre la marcha. Por más que uno pueda hacer consultas permanentes, pero siempre era muy tedioso y los investigadores tenemos responsabilidades importantes en el proyecto, actividades docentes, de gestión académica, elaboración de proyectos e informes, evaluación de proyectos, formación de recursos humanos, dictado de cursos de posgrado… ¡y encima la gestión y administración!" (Comunicación telefónica con Gustavo Abraham de INTEMA, 25/08/2017).

Como resultados, el proyecto de textiles funcionales que lideró el INTI posibilitó la formación de recursos humanos calificados en la temática, algunas publicaciones, fortaleció el trabajo interdisciplinario entre investigadores con diferente formación profesional, generó líneas de investigación novedosas, derivó en otros proyectos que pudieron aprovechar los avances y desarrollos de este y, por último, generó una solicitud que hacia fines de 2017 se encontraba en proceso de patentamiento.

4.4.2 Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos

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, una diferencia notable respecto de los casos anteriores, donde los CAPPs fueron liderados por investigadores pertenecientes al sector público. El presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue $15.405.144,01 –alrededor de 4 millones de 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 otro de los tres proyectos seleccionados por los bancos y por la ANPCyT/MINCyT como los “más exitosos” de los ocho 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 al general fue el establecimiento de una plataforma tecnológica para el análisis biológico integral de fármacos, que cumpla con normas internacionales de calidad.

Una característica destacable en este caso en particular es que el impulso por llevar adelante el proyecto procedió de 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 FONARSEC.

Eriochem, cuyo nombre significa Entre Ríos Chemical, 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 80, Filaxis, en el cual sintetizaban droga básica para que otros laboratorios formulasen esos principios activos y los vendieran en el mercado. Para obtener capital y seguir creciendo, dicho laboratorio fue vendido posteriormente a una multinacional suiza, aunque Bouzada siguió trabajando allí. A fines de los 90s Bouzada dej 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 EMA (European Medicines Agency) 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, Eriochem 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 sostiene 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 hagas 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 necesitas 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 comenzó sus actividades en 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).

Con una dinámica de trabajo claramente delimitada, el CAPP no se manejó a través de numerosas reuniones. Así, Orti explicó que “tampoco era tan necesario tener reuniones demasiado seguido porque cada uno tenía su rol definido independiente”:

> “Nosotros estábamos concentrados en producir la proteína, así que teníamos que mantenerlos al tanto de cómo íbamos con el avance de eso. Básicamente ellos querían saber cuándo iban a tener la proteína para tener la nanopartícula, era el tema central. Para eso tampoco necesitas tantas reuniones. Después obviamente para parte de seguimiento del proyecto y administración del proyecto, generación de informes, para ese tipo de cosas sí, pero también es “hago un informe y tomá el informe”. Eso de nuestra parte y ellos [Eriochem] lo armaban. Eran cosas muy concretas” (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, según el investigador a cargo, 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 cuatro años que nos daba el proyecto es poco tiempo. Cualquier proceso de evaluación de un nuevo fármaco lleva diez 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).

La puesta en marcha de este Centro requirió ser reforzada mediante otros subsidios de la ANPCyT, como por ejemplo el FONTAR, además de este proyecto FONARSEC.

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 FS. 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, seis o siete años”. Además, remarcó, que “no solamente fueron cuatro 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:

> “Nosotros generábamos nuestros informes y nuestras programaciones, etc. […] 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 FS. 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 […] podes escribir un proyecto para participar en Horizonte 2020 donde te den bola seis 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 de nanotransportadores inteligentes para fármacos 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 Productos Finales

Los productos finales o nanoenriquecidos que se encuentran en el último eslabón de la cadena de valor, refieren a 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 muchos otros (Lux Research, 2004). Este

eslabón se encuentra ocupado mayoritariamente por grandes marcas internacionales.

Dentro del área de Productos Finales, fue determinada una línea prioritaria: MEMS dentro de Nanosensores, que son dispositivos con componentes micromecánicos con dimensiones nanométricas. Estos dispositivos abren la posibilidad de vincular el mundo macroscópico a través de los MEMS, por ejemplo, manipulando moléculas para diagnósticos médicos, lo cual se vio reflejado en el único proyecto aprobado en la convocatoria de 2010. El único proyecto elegido fue “NANOPOC Plataforma de nanosensores y bionanoinsumos para diagnóstico *Point of Care* (POC) de enfermedades infecciosas”. El objetivo en la convocatoria FONARSEC fue la “generación y transferencia de tecnologías de microfabricación de nanosensores/MEMS, brindando servicios de alta complejidad a las empresas nacionales del campo de la micro-bio-nanotecnología para actualizar sus cadenas de valor y mantener la competitividad”. Es decir, el resultado final es que los laboratorios argentinos que trabajan en investigación y desarrollo de MEMS puedan operar como plantas piloto de microfabricación de nanosensores/MEMS, brindando estos servicios e instalaciones a empresas argentinas y a otros grupos de investigación que actúen en micro, bio y nanotecnología (Disposición Nº 002/10).

4.5.1 Nanopoc

Para el proyecto titulado “NANOPOC: Plataforma de nanosensores y bionanoinsumos para diagnóstico POC de enfermedades infecciosas” se conformó un CAPP que reunió a dos Centros del INTI, el Centro de Procesos Superficiales y el Centro de Investigación y Desarrollo de Electrónica e Informática (CITEI), y al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (IIB) de la Universidad de San Martin (UNSAM) y CONICET, por la parte pública. Por la parte privada, participaron las empresas Aadee S.A., Biochemiq S.A. y Agropharma Salud Animal S.A., cumpliendo así los requisitos del CAPP, ya que únicamente en este caso se solicitaba una cantidad mínima de tres empresas. El investigador que se encargó de dirigir el proyecto es el doctor en Ciencias Químicas Carlos Moina, perteneciente al Centro de Procesos Superficiales del INTI. El presupuesto adjudicado por la

ANPCyT fue $13.045.155 –alrededor de 4 millones de dólares–, con una contraparte de $ 8.511.232,67 para unos cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y finalizando a fines de 2015.

El objetivo general del proyecto fue el desarrollo de una plataforma tecnológica para diagnósticos *in situ* basada en la nanotecnología integrada a las bio y microtecnologías. En concreto, se buscó generar un nuevo dispositivo portátil, robusto, fácil de operar, económico y de alta sensibilidad y especificidad aplicable al diagnóstico rápido de enfermedades infecciosas que afecten a la salud humana y la sanidad animal.

El dispositivo Nanopoc se usa para detección de enfermedades infecciosas. De ahí deriva su nombre: NANO por estar compuesto por elementos provenientes de la nanotecnología –a escala atómica y molecular– y POC, que son las siglas en inglés de "*point of care*", es decir "lugar de uso". Un instrumento o equipo *Point Of Care* (POC) es aquel que ofrece resultados rápidos y confiables, al lado del paciente, sin necesidad de infraestructuras complejas o recursos humanos altamente calificados. Los POC incluyen la realización de pruebas para diferentes tipos de enfermedades infecciosas en humanos y animales y lo hace a través de biosensores. Por ejemplo, el test de embarazo y el glucómetro son los biosensores más conocidos (MINCyT, 2013b).

El kit de diagnóstico Nanopoc consiste en un dispositivo biosensor en el que se utilizan nanopartículas acopladas a antígenos generados por ingeniería genética y que permite detectar en diez minutos la presencia de anticuerpos reactivos en una gota de sangre gracias a un dispositivo microelectrónico que transmite una señal que puede ser leída en un celular o una tablet, mediante una aplicación especialmente diseñada para este fin. Es decir, que está compuesto por una tira reactiva que contiene anticuerpos absorbidos a una membrana, que al ser mojados por la muestra del paciente detecta la presencia de toxinas. Así, puede detectar enfermedades infecciosas como el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH), Mal de Chagas, Dengue en humanos y también puede determinar brucelosis y aftosa en animales. Estas características hacen que sea portátil, económico y fácil de utilizar

en cualquier lugar donde se lo necesite (Nannei, 2016). El desarrollo de este dispositivo no fue patentado, aunque sí se patentó la marca comercial Nanopoc.[197]

El proyecto Nanopoc es considerado por el BM y por el MINCyT y ANPCyT como el caso modelo de los FS y fue seleccionado como uno de los tres proyectos exitosos de la convocatoria de 2010. El proyecto fue ganador del Premio Innovar 2014. Las características que lo hicieron "exitoso" son varias. El primer factor a tener en cuenta es la existencia de una relación previa de trabajo en conjunto entre INTI y el IIB, dado que alrededor de 2008, por iniciativa del INTI, los directores de los Centros de Procesos Superficiales y Microelectrónica, Carlos Moina y Liliana Fraigi respectivamente, se acercaron al IIB –que en aquel momento funcionaba dentro de INTI– con la intención de avanzar en sensores combinando moléculas biológicas, sistemas electrónicos y sistemas químicos con nanoestructurados. Cada una de las partes poseía experiencia en distintas líneas de investigación. El Centro de Procesos Superficiales del INTI en síntesis y caracterización de nanomateriales, el Centro de Electrónica en el desarrollo de sensores y el IIB en el estudio de enfermedades infecciosas humanas y animales.

Si bien el avance fue lento debido a que se trabajó sin presupuesto y cada parte ponía lo que tenía, lo que sabía y el tiempo que le quedaba, porque no había personal dedicado exclusivamente a ello, se fue consolidando una línea de trabajo interdisciplinaria. No obstante, no fue fácil "armonizar un lenguaje en común", tal como refirió una entrevistada del INTI:

> "Había un montón de biólogos y biotecnólogos y yo no tenía ni idea de cómo íbamos a hacer porque mi relación no era tan interdisciplinaria. Para los electroquímicos era más fácil, tenían un lenguaje más común [...] la relación era más con los electroquímicos. Entonces ahí era notoria la diferencia de lenguaje, la importancia de encontrar un lenguaje en común. Ese fue para mí el desafío" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

[197] En las figuras 4.2 y 4.3 del Anexo se puede observar el Nanopoc.

En la misma dirección, otro entrevistado del INTI, el director del proyecto agregó que se hicieron reuniones entre los grupos “limando diferencias, porque había todo un grupo de CONICET, el IIB, y nosotros por el INTI”:

> “Son culturas. De todas maneras, acá en nuestro Centro y también en Microelectrónica hacemos mucha investigación. Acá todos se doctoran, todos publicamos. Es decir que somos como interfase más o menos razonable para el CONICET, pero igual cuesta” (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Al enterarse el ministro de Ciencia y Tecnología, Lino Barañao, de esta línea de trabajo que el INTI y el IIB estaban desarrollando, sugirió al grupo presentarse al llamado FONARSEC, en la sección correspondiente a nanotecnología. Cuando en 2010 se lanza oficialmente la convocatoria a los proyectos FONARSEC para nanotecnología, una de las líneas a promover que aparece explícitamente mencionada es “nanosensores (MEMS)”. Fue la oportunidad de configurar de manera oficial el trabajo que las instituciones estaban llevando, cuyo avance se veía ralentizado por la falta de financiamiento. Según un investigador perteneciente al IIB, “dijimos que es la oportunidad, porque aparte una de las áreas especialmente que se quería financiar dentro de nanotecnología era la convergencia de nanotecnología en el área de salud y biotecnología”. Entonces, “nos caía. Parecía como dibujada para nosotros. Así que armamos la propuesta y obviamente ahí necesitábamos empresas” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Moina, el director del proyecto, agregó que no se acuerda si había una línea específica, pero “esto encajaba bien”. Además, “era una cosa muy interdisciplinaria, porque estaba lo que es nano y detección electroquímica, lo que es biotecnología y lo que es electrónica. De los 14 proyectos, salimos segundos” y agregó que “nos ayudó mucho el hecho de que el jurado haya sido del exterior” (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

El llamado FONARSEC además coincidió con un brote epidémico de Dengue en el norte de Argentina, particularmente numeroso en Chaco, Jujuy, Salta y Misiones en

2009 y 2010 (Rebossio, 2009; Marianetti, 2010). El Instituto Nacional de Enfermedades Virales Humanas Dr. Julio Maiztegui, en Pergamino, era el único que podía realizar análisis con la capacidad de detectar, antes del quinto día de aparición de los síntomas, si un paciente estaba infectado. El Maiztegui colapsó al llegarle alrededor de 50 mil muestras para análisis, ya que normalmente solía recibir pocas muestras al mes. La necesidad de contar con dispositivos portátiles que se puedan usar *in situ* en forma simple, por personal no altamente calificado y que brinden un diagnóstico de forma rápida y precisa, se hizo más patente.

Teniendo en cuenta que el FONARSEC fue concebido como una herramienta para fortalecer la vinculación entre el sector científico y productivo, la selección de las empresas privadas no era un detalle menor y tampoco su criterio de selección. Así, en principio, las empresas tenían que cumplir ciertos requisitos, como contar con una personería jurídica propia y estar relacionados con la temática (MINCyT, 2013b). Sin embargo, una cuestión que los entrevistados consideraron como fundamental fue la relación previa con una empresa, por un lado, y por otro lado el interés de la empresa en incorporar una mejora en su proceso productivo o su línea de producción. Esto que puede parecer una obviedad –ya que si una empresa acepta participar en el CAPP es evidente que tendrá un interés y un motivo para hacerlo–, no fue tan evidente en el curso de este proyecto. Al punto tal que esta cuestión fue una de las debilidades responsables de que el proyecto Nanopoc, aunque finalizado, no esté acabado. Más adelante volveremos sobre esta cuestión.

Una de las empresas que participaron fue Aadee S.A., una PyME argentina fundada en 1973 por Carlos Gigena Seeber, con actividad en tres áreas: medicina, nuclear e industrial. Mientras que en el área de medicina e industrial la empresa fabrica algunos equipos de alta complejidad y otros los importa a través de firmas representadas del exterior, en el área nuclear son representantes. La empresa cuenta con una división de investigación encargada de la mejora de sus productos con cuatro especialistas en diseño industrial, ingeniería electrónica y química. En total los empleados son alrededor de 50 personas. La relación de Aadee era con el Centro de Electrónica del INTI, en el cual participaba del Comité Ejecutivo. Según

su presidente, Carlos Gigena, Aadee participó del proyecto ya que, dado su tamaño PyME y una capacidad de producción menor, esta era la oportunidad de generar un producto tecnológico nacional (Aadee, 2017; MINCyT, 2013b; Comunicación personal con Carlos Gigena de Aadee, 14/06/2017).

Fraigi reflexionó que “hay un aprendizaje en este camino muy importante de cómo elegir un Consorcio” y agregó que el MINCyT “ha aprendido y hay muchas cosas que hay que modificar en próximos llamados”. En este sentido, señaló que es importante “el ver lo innovador o lo dinámica que puede ser una empresa para formar un CAPP”:

> “Porque la parte pública es muy pesada, es muy estructurada y tenés que cumplir ciertos reglamentos para cualquier cosa, para licitar, para comprar insumos, para lo que fuere. Entonces tiene que tener una agilidad la empresa privada que te tiene que ayudar y no tirar para abajo. No puede ser que esa empresa privada que elijas posea mayor burocracia que la propia que tiene el proyecto en sí. Y además, que a su vez lo tenía el MINCyT con el Banco Mundial. Eso fue muy complicado” (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Sobre Aadee, uno de los entrevistados refirió que era una empresa que “ya venía trabajando con Microelectrónica de INTI, entonces ellos los sumaron”, pero:

> “Originalmente, iba a venir otra empresa, que no era una empresa. En realidad, era un muchacho cordobés que sabía muy bien laburar electrodos y nosotros necesitábamos hacer electrodos. Después no se pudo sumar porque en ese momento él era una especie de monotributista. No tenía una Sociedad Anónima o una SRL. En ese momento, el FONARSEC lo vetó y entonces quedó afuera y después nunca terminó de poder incorporarse al proyecto y quedó de lado. Una pena porque hubiera acelerado bastante algunas cuestiones que tuvimos en el desarrollo del proyecto en la parte de electrodos” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Por su parte, el IIB en principio, había convocado a una empresa rosarina Wiener Lab, una de las pocas del país que realiza diagnóstico y Agropharma Salud Animal, empresa transnacional de origen argentino, que provee soluciones integrales para la salud, performance y productividad animal (Agropharma, 2017). La relación del IIB con Agropharma era de trabajos previos de desarrollo de una vacuna dado que, en palabras del investigador, “me parecía que lo más importante era tratar de sumar gente con la que teníamos una relación, porque había cierta confianza”. Y agregó que después se dieron cuenta “de que era muy importante eso”, porque “precisamente los dos que venían de afuera y que nunca habíamos tenido relación, que era el muchacho este de los electrodos e incluso Aadee, que si bien era una de las empresas amigas del Centro de Microelectrónica del INTI, la relación era por hacer ciertos servicios de calibración, no había desarrollo de proyectos en común”. Ahí es donde “más problemas tuvimos”:

> “[…] precisamente en esos lugares donde se notaba que no había un lenguaje común, que no había una confianza o que no había un interés común en desarrollar el proyecto. Que apuntaba para otro lado. Y lo mismo pasó con Wiener [...] que se baja cuando se da cuenta que hay que armar un consorcio y que la propiedad intelectual de lo que se desarrollara iba, de alguna manera, a tener que ser compartida. Yo recuerdo una frase que para mí fue devastadora y me llamó mucho la atención: ‘Wiener lab no comparte nada de sus desarrollos, ni de sus clientes, ni de sus líneas de productos’. Pero no tenés que compartir nada, acá estamos armando un proyecto y que si este proyecto es exitoso y genera beneficios… A ver, la idea del proyecto era desarrollar un sensor, desarrollar los electrodos que iban a ser descartables, desarrollar los insumos biológicos para usar esa plataforma tecnológica. O sea, había negocio para todos. Había negocio para el área biológica, para el área de equipamiento, para el área de electrodos, para el área de nanopartículas, que también era un consumible dentro de la plataforma tecnológica. Yo no veía conflicto de intereses y estaba todo bastante armado” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Ante la negativa de Wiener Lab a conformar el consorcio, surge la posibilidad de integrar otra empresa: Biochemiq. Esta empresa es un desprendimiento de Agropharma con la que tiene relación, porque el presidente de Biochemiq es familiar de algunas personas de Agropharma. Ambas, incluso, comparten el predio donde están radicadas en el partido de Moreno, provincia de Buenos Aires. Biochemiq se crea formalmente en 2004, aunque ya desde 1999 arrancó con algunos desarrollos y evaluación de productos, ofreciendo productos y soluciones biológicas de avanzada para ampliar la protección, mejorar el bienestar y la productividad en el área veterinaria (Biochemiq, 2017; Comunicación personal con Fabián Cairó de Biochemiq, 7/06/2017). Además, Biochemiq había mostrado interés en insertarse en el área de salud humana a través del proyecto NANOPOC.

Según Comerci, Biochemiq "era mejor interlocutor que Agropharma" porque que era "una empresa mucho más joven", mientras que "la empresa madre, Agropharma, la de los tíos y el abuelo fundador, era como una empresa más rígida, con un manejo más de PyME familiar. La típica PyME exitosa, porque tampoco es que es tan chiquita. Biochemiq es más chiquita" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Habiéndose conformado el CAPP, el proyecto se proponía la creación de una plataforma tecnológica de nano-biosensores, donde se integraba biotecnología, nanotecnología y microelectrónica como las tres patas, aplicados a diagnóstico: "La idea era generar distintos tipos de unos prototipos de biosensores con ciertas características". Esas características eran que sea portátil, simple en el manejo, que no requiera fuentes de poder –por ejemplo, que sea como un celular con una batería recargable– y que tenga una forma simple de lectura a través del desarrollo de un software que terminó siendo una aplicación para celular y, por último, que posea cierta precisión y rapidez en el diagnóstico (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Otro factor que tuvo peso en el desarrollo del proyecto fue la conformación de una plataforma tecnológica para diagnósticos *in situ* basada en el uso de nanotecnología integrada a bio y microtecnologías. Como tal, la idea de fondo no fue llegar a un

producto solamente, sino a una plataforma generadora de productos que incluye la formación de recursos humanos y capacidades: “Generar un producto nos parecía poco” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Por tanto, el proyecto tenía varias etapas y el Nanopoc como dispositivo portátil era una de ellas. Aunque el desarrollo del dispositivo era la parte más relevante del proyecto, debido a que sería un prototipo de algo con lo que se pudiera salir al mercado, no era la única. En otra etapa, se proponía desarrollar un dispositivo similar, pero de lectura de fluorescencia, aunque ello implicaba un desafío tecnológico mayor, tal como explicó Comerci:

> “A priori, parecía una pavada, pero los físicos que entraron después en el proyecto…claro, hacer un lector de fluorescencia con una red de difracción móvil, y que sea portátil, barato, económico, robusto…estábamos pidiendo una locura. Y de hecho, en esa parte del proyecto no se avanzó mucho” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Y una tercera etapa que implicaba tomar avances de la microfluídica –ciencia enfocada en el estudio del comportamiento de los fluidos a escala micro y el diseño de sistemas para manipular dichas cantidades de fluido– para desarrollar cartuchos para distintos ensayos. En esto no había prácticamente experiencia previa en el INTI al comienzo, pero a lo largo del proyecto se hicieron importantes avances en esta área.

Nuevamente, otro acierto más del NANOPOC fue el manejo de las cuestiones administrativas, tema bastante complejo de manejar como vimos en prácticamente todos los proyectos. Sin embargo, en este caso se lograron atenuar estas cuestiones. En este caso, la responsabilidad administrativa estuvo a cargo de una sola institución: la Fundación Instituto de Investigaciones Biotecnológicas. El IIB cuenta con administrativos que desde fines de los años noventa vienen administrando distintos proyectos y su manera de trabajo –según refirió Diego Comerci– es muy dinámica y poco burocrática. De esta manera, debido a que el FONARSEC implicaba manejarse bajo un nuevo Manual de Operaciones que introducía el BM, era preciso que una sola institución se encargue de manejar estas

cuestiones, ya que al estar involucradas la UNSAM, el CONICET y el INTI, el manejo en conjunto retrasaría el proyecto o “lo haría directamente inviable”. Cada una de estas instituciones tiene su propia cultura y trayectoria, y, en particular, sus propias modalidades de administración de las cuestiones contables y burocráticas, muchas de las cuales no eran compatibles con las exigencias del BM. Según Comerci:

> “De hecho, si escarbás un poco los otros Fondos Sectoriales con entidades públicas y privadas, los graves problemas administrativos que hubo fueron de este tipo. Y este proyecto fue el proyecto, tal vez, mejor administrado de todos [...]. Al lograr que la Fundación IIB sea el responsable administrativo de los fondos, desde ese lugar, yo garantizaba que las cosas se hicieran en tiempo y forma, aunque en el caso de INTI, dependíamos del sistema contable de INTI, porque todo lo que era equipamiento partrimoniable, lo tenía que ejecutar cada unidad [...]. Pero todo lo que era insumos, viáticos, gastos de movilidad, todo eso lo administramos nosotros para todo el consorcio. Incluso para las empresas y todo” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Por último, el IIB, a través de UNSAM, contrató una persona para que se hiciera cargo de la administración del proyecto de manera exclusiva con dedicación a tiempo completo. En el documento que resume las bases de la convocatoria a proyectos FS Nano, se aclara que sólo la contraparte puede hacerse cargo de los gastos por personal administrativo, es decir, que los fondos del FONARSEC no podían ser utilizados para este fin.

Otro factor a tener en cuenta en este proyecto es que las partes públicas avanzaban en forma simultánea, independiente y paralela:

> “Nosotros planteamos de entrada que lo ideal fuera que no hiciéramos un avance como si estuviéramos trabajando bajo una línea de producción. Como que yo no puedo avanzar hasta que este no desarrolle tal cosa y después me lo pase a mí, y yo se lo paso a otro y vamos armando parte por parte, porque sentíamos que iba a demorar mucho, iba a trabar mucho e iba a generar un

> efecto dominó negativo" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

De esta manera, el Centro de Procesos Superficiales del INTI desarrollaba distintas nanopartículas, el Centro de Electrónica avanzaba en un sistema biosensor con electrodos y el IIB desarrollaba distintos antígenos.[198] Así, se trató de que haya desarrollos originales en las tres partes. Con esta organización, según los entrevistados, se logró avanzar muy bien, aunque dejando en evidencia que había líneas que iban más rápido que otras por la cantidad de tiempo dedicado, por dificultades que surgían y por cuestiones políticas de cada institución.

El Centro de Electrónica desarrolló las celdas de reacción con electrodos descartables para el Nanopoc y que también, cabe destacar, pueden utilizarse para otras aplicaciones. Además, se encargaron del desarrollo del software de lectura del diagnóstico, que primero fue a través de computadoras conectadas con un cable a los primeros prototipos del Nanopoc, y el modelo final –el que recibió el Premio Innovar– terminó reemplazando la computadora por un teléfono celular. La señal se transmite por bluetooth desde el dispositivo hasta el celular, el cual tiene una serie de aplicaciones para el sistema operativo Android que posibilitan hacer una lectura muy simple. Este software también puede tener otras aplicaciones, además del Nanopoc. Por último, este Centro se encargó del modelizado final, la parte estética y del logo: marca Nanopoc, para lo cual se contrataron diseñadores industriales.

Por su parte, el Centro de Procesos Superficiales se encargó del desarrollo de las nanopartículas, proceso que presentó ciertas complicaciones, según comentó Comerci:

> "El tema de las nanopartículas fue complicado. De hecho, nosotros [...] terminamos comprando micropartículas a Estados Unidos porque si no, no podíamos avanzar. Y de hecho todos los datos que están publicados están hechos con micropartículas [...]. Nunca terminé de entender cuál fue el problema. A mí me da la sensación que hubo un problema humano ahí. No

[198] Sustancia que, al introducirse en el organismo, induce una respuesta inmunitaria, provocando la formación de anticuerpos.

> era un problema tecnológico, porque el equipamiento se compró. El equipamiento que permitía medir dispersión de partículas, tamaño de nanopartículas, microscopios de dos fotones. Se compró equipamiento millonario que está instalado en INTI. Yo creo que ahí el problema fue un problema humano, que hubo cortocircuitos en la línea" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Finalmente, el INTI desarrolló las nanopartículas que son "básicamente un núcleo magnético y una cobertura de sílica a la cual se puede pegar fácilmente el material biológico" (Comunicación con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017). Sin embargo, la demora representó una traba temporal para el proyecto, ya que, si bien la forma de trabajo fue planteada en forma paralela entre las tres partes, en algún momento indudablemente debía sobrevenir la convergencia entre las mismas.

Por último, el IIB desarrolló una serie de antígenos y anticuerpos para enfermedades infecciosas como fiebre Aftosa, Brucelosis bovina y en humanos, Síndrome Urémico Hemolítico (SUH), Dengue y el Mal de Chagas. En suma, los diagnósticos específicos para cada enfermedad. Según Moina, lo interesante es que "en tanto y en cuanto tengamos el sistema biológico adecuado –el anticuerpo adecuado para detección– se va a poder expandir a más enfermedades". Así, "en tanto y en cuanto tengamos el antígeno adecuado, la proteína adecuada, podemos detectar cualquier cosa" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

En cuanto al rol de las empresas, en la etapa de desarrollo no fue relevante. Las empresas estaban esperando ciertos prototipos para ver de qué manera lo podían implementar dentro de su línea de producción y comercialización:

> "Nosotros como empresa, lo que le aportamos, si bien acá tenemos un Departamento de Investigación y Desarrollo, es la posibilidad del desarrollo comercial. En ese sentido, lo que se va a fabricar o lo que se está desarrollando, si tiene una viabilidad a futuro. A veces las investigaciones, por la falta de calle, por así decirlo, están sesgadas y no nos son de la utilidad

> que el investigador piensa. Cuando se junta con la realidad, entonces, nosotros podemos decir ‘Esto así lo podemos comercializar, ahora si vos me das esto redondo, yo no lo voy a poder usar. Tenés que hacerlo así’. ¿Me explico? Le damos una orientación de la demanda del público para no hacer algo después que ahí muere” (Comunicación personal con Fabián Cairó de Biochemiq, 7/06/2017).

Habiendo previsto que las empresas tendrían mayor participación al alcanzar un estado importante de avance del proyecto, llegado ese momento se armó una reunión entre todos los integrantes del CAPP. Allí se puso al tanto a las empresas del grado de avance del proyecto y se discutió cómo visualizaban la posibilidad de implementar el Nanopoc cada una de las partes y, en especial, las tres empresas. Rápidamente se llegó a la idea de que el negocio no estaba en la venta del dispositivo mismo, que podía ser entregado en concepto de comodato, sino en proveer los insumos descartables. Con unos 100 dispositivos por año desplegados por los Centros de Atención Primaria de todo el país se podría lograr una cierta cobertura, según Comerci. Así que “Esto tenía cierta lógica” y “De hecho, es el modelo de negocios de la plataforma diagnóstica de Abbott en todos los bancos de sangre. Esos equipos no te los regalan, te los dan en comodato, pero vos quedás atado de por vida con todos los insumos de Abbott. Esa era la idea” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

En este proyecto, estaba previsto que, por sus antecedentes comerciales, fuera Aadee la empresa que se hiciera cargo del diseño, desarrollo y producción del dispositivo, mientras que Biochemiq y Agropharma se encargarían de la producción de los insumos descartables. Los entrevistados manifistaron que el presidente de Aadee se opuso a fabricar 100 dispositivos anuales, alegando era una cantidad excesiva y que era más conveniente producir un número menor. Desde el INTI, según Fraigi, se le ofreció a Aadee participar también la parte de insumos junto con las dos empresas restantes, pero se negaron:

> “Es una empresa que produce muy poco anualmente, tiene tecnología, tiene conocimiento, pero produce muy poco. Y en este caso, nosotros le ofrecimos

también la parte de insumos, porque es como si fuera una impresora [...] tenés insumos como los cartuchos. El negocio está en los cartuchos, no en la impresora en sí. Bueno, le propusimos y no quiso [...]. Dijeron que esto es muy lejano a lo que ellos hacen" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Moina agregó que el negocio que se visualizaba era "como las impresoras", por lo que "el negocio no es vender la impresora, sino los cartuchos. Acá el negocio es vender las nanopartículas modificadas, vender los electrodos". Entonces, "nosotros les decíamos a las empresas que pueden encargarse de vender también los electrodos o que hagan una UTE para llevar adelante esto.[199] Se ponen de acuerdo en hacer las nanopartículas y pegarle la parte biológica, pero nunca se pusieron de acuerdo" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Como resultado, la etapa de la comercialización y de introducción del aparato Nanopoc al mercado quedó en suspenso y hasta fines de 2017 la situación no había cambiado. El motivo del desinterés de Aadee en el Nanopoc, por un lado, puede explicarlo el hecho de que el atractivo del negocio se encontraba en la producción de los insumos. Por otro lado, en que Aadee nunca mostró interés por el avance del proyecto, en la medida en que se iba ejecutando y avanzando, cuestión que fue referida por varios entrevistados. Así, según Comerci, el desinterés de Aadee estaba relacionado con que el fundador de Aadee, Carlos Gigena, "se estaba retirando y esto lo tomó de sorpresa". En otras palabras, "Esto implicaba un desafío importante tecnológico que al tipo le llegaba en un momento tardío":

"Esto es lo que yo vi. A mí me daba la sensación de que Gigena ya era un hombre casi hecho, con pocas ganas de innovar, se retiraba cada vez más [...] no tenía un espíritu muy de desafío, de emprender, de innovar. Me dio la sensación de que Gigena tenía un compromiso con Liliana Fraigi y que, cuando lo invitó a participar de esto, no se pudo negar. No era fácil tampoco

[199] UTE (Unión Transitoria de Empresas) remite a una figura jurídica en donde dos o más empresas o empresarios se unen durante un tiempo para llevar a cabo de manera conjunta una obra o servicio.

> conseguir empresas. El negocio de Gigena era importar equipamiento que se usa para medición de medio internacional en terapia intensiva de hospitales, equipamiento que importa de Europa y lo distribuye, hace servicio técnico y nada más. No era un desarrollador de tecnología. Ahora, tampoco había de dónde sacar porque no había antes del proyecto Nanopoc empresas en Argentina que hagan sensores de aplicación en microelectrónica. Yo no estoy haciéndole una crítica a Liliana Fraigi de por qué trajo a Aadee. Trajo a Aadee porque no había a quién traer [...]. ¿Qué empresa podía tener la capacidad de producir los dispositivos y los insumos biológicos? No existe en el país. General Electric tal vez lo puede hacer, que tiene una división tecnológica, una división química y una división electrónica. ¿Pero en Argentina quién? Tiene que ver con el desarrollo de la industria en el país. No es un problema del empresario Gigena o el empresario Cairó. Estos tipos, vos hablás con ellos y quieren ser General Electric, pero no tienen con qué" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Y añadió que "no la pensaron mal", vieron que el negocio no era vender el equipo, sino "distribuir el equipo como comodato y vender el insumo":

> "¿Pero el insumo quién lo va a vender? ¿Agropharma? ¿Biochemiq? AADEE no [...]. Y probablemente AADEE se sumó porque le parecía interesante, pero cuando vio el desafío tecnológico que tenía por delante no le dio muchas ganas, porque supongo que el tipo evaluó 'Me estoy retirando. Tengo casi 80 años'. El hijo, la verdad que tenía el negocio armado por el padre y se tenían que meter en este lio con el INTI [...]. Y entonces, Aadee dice '¿Y yo para qué voy a ponerme a reconvertir mi empresa? Contratar personal, incorporar tecnología, equipamiento y todo para fabricar 100 dispositivos. Tengo un techo'. Lo otro no tenía un techo. Era lógico que esto iba a pasar" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Según Fraigi Agropharma y Biochemiq estuvieron involucradas y "esperaban resultados", mientras que Aadee no, porque Aadee "tiene una concepción de negocio exclusivamente familiar". Entonces "Es el papá Carlos Gigena y ahora es

el hijo y la esposa. Terriblemente cerrado. Y el negocio de ellos, en realidad los equipos que hacen de parámetros vitales para emergencias, pero trabajan más con insumos, importan los insumos y fraccionan acá. Eso lo vimos después" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Por su parte, Moina agregó que Gigena "está en otra" y "no está interesado en nada":

> "[...] te da la tarjeta que dice artista, no te da la tarjeta de Aadee. Y los que quedaron después tampoco tienen mucho. Da bronca, porque tenemos a otras empresas que quieren hacerlo y estamos atados por un contrato. Tenemos que liberar el contrato [...]. El objetivo es que salga, sino es una frustración. Ya a esta altura, con haber llegado al prototipo, ya no me conformo, quiero que se use" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Otra de las características del proyecto es que se trabajó con las empresas por separado. Es decir, el IIB y las empresas Biochemiq y Agropharma por un lado y, por el otro, el INTI y Aadee. Como resultado, fueron pocas las reuniones generales donde estuvieran presentes todos los integrantes del CAPP. El director explicó que se dio así debido a que "las empresas no tenían ninguna vinculación entre ellas, porque eran una de electrónica con una de sanidad animal", por lo que "lo que fuimos haciendo, es llamar a las distintas partes en particular": "el IIB tiene relación súper fluida con Biochemiq y Agropharma. Y electrónica con Aadee" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

No obstante, ¿hasta qué punto es posible atribuirle toda la responsabilidad del fracaso, por lo menos hasta fines de 2017, de la introducción del Nanopoc al mercado a una empresa solamente? La transferencia de tecnología consiste en la transferencia de habilidades, conocimiento, métodos de fabricación, muestras de fabricación e instalaciones entre los gobiernos o las universidades y otras instituciones para asegurar que los avances científicos y tecnológicos sean accesibles a un mayor número de usuarios que puedan desarrollar y explotar aún más esas tecnologías en nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o

servicios (Grosse, 1996), pero cada institución, grupo o empresa presenta formas específicas de concebir y de encarar estos procesos. Como refirió el director del proyecto, Carlos Moina: “El rol era más que nada desarrollo nuestro. La idea era que las empresas pudieran llegar a transferirlo”.

En este punto nos planteamos el siguiente interrogante: ¿Cómo concibe una institución como el INTI el proceso de transferencia de tecnología, según la opinión de un director de uno de sus centros? Para reflexionar en torno a este punto, las siguientes citas pueden ser reveladoras:

> “Nosotros llegamos como científicos y tecnólogos a un prototipo. La idea del prototipo. De ahí en más es una cuestión de marketing, comercialización. Y ahí es donde las cosas se ponen difíciles, porque hay que convencer a las empresas [...] vamos a tener una reunión con el consorcio para dar el toque final y ver si realmente se interesan en esto o si les interesa más otra cosa y, si no, buscar otras, porque hay otras empresas que están muy interesadas. Pero para eso tengo que tener el acuerdo del consorcio, porque si a ellos no les interesa, pasamos con otras empresas [...]. Esas son cuestiones de comercialización que todavía estamos peleando. Pero eso es así, uno supone que las empresas tienen que traccionar, pero en realidad uno tiene que estar empujando esto. Es muy desgastante, porque encima de tener que hacer todo el desarrollo tenemos que buscar quién lo fabrique. Estamos en eso [...]. Todos lo consideran exitoso [en referencia al proyecto], pero es difícil pasarlo a producto. [Se necesita] alguien que pueda fabricar el aparato, otro que fabrique los insumos. Son proveedores distintos [...] está el proveedor de lo que llamamos nanobioinsumos, la parte biológica y las nanopartículas. Nadie fabrica esas nanopartículas, hoy por hoy las hacemos nosotros. Tenemos el *know how* y esto las empresas tienen que pagarlo [...] tenemos todo, más o menos el paquetito armado, pero necesitamos que las empresas se carguen al hombro el proyecto y eso nos está costando” (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Desde su perspectiva, Comerci explicó que el INTI fue “muy estructurado en su manera de ver el proceso de desarrollo dentro de un consorcio público-privado”:

> “¿Por qué? Porque recuerdo la angustia que pasó Liliana [Fraigi] al ver que esto no iba a caminar y que no tenía rapport con la parte empresaria. Y recuerdo que me dijo ‘Para mí el proceso de transferencia es esto’ y me tira una carpeta. ‘Acá está todo descripto cómo se hace el Nanopoc desde el punto de vista del aparato de la microelectrónica. Están los planos y los costos. Yo esto se lo doy a Aadee y que lo haga Aadee’. Le digo ‘No, Lili. Esto no es así. Vos tenés que pedirle a Aadee que te mande a alguien acá y vos lo vas a entrenar a que lo fabrique acá con vos. Y después esta persona se va a volver a Aadee, va a ver cómo lo reproduce y vos lo vas a asistir y controlar para que todo salga’. ‘No, no, no. Esto es así. La transferencia es lo que yo escribí acá en el protocolo y lo entrego’. La transferencia no es así. No la entiendo yo así, como que hay un activo y un pasivo, uno transcribe y el otro recibe porque no funciona. No estás pasando la receta de una torta [...]. INTI tuvo una manera de trabajar muy cerrada también. Porque eso mismo pasó con nosotros, en la interacción con nosotros. Una cosa muy de ‘cuando tenga todo listo, te digo lo que estoy haciendo’. No había mucho *feedback*” (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Entonces, Comerci comentó que su manera de interaccionar con las empresas y, en particular, con Biochemiq, fue totalmente distinta. Tal es así que, a través de los desarrollos que permitió este proyecto, surgió la posibilidad de crear una nueva empresa, que se hizo entre investigadores de la UNSAM –Diego Comerci, Andrés Ciocchini y Juan Ugalde– en conjunto con algunos socios de la empresa Biochemiq. Esta nueva empresa, Chemtest, que nace en 2013, que se encuentra incubada en la FAN, fue una especie de *spin-off* del Nanopoc, ya que el proyecto permitió al IIB desarrollar muchas moléculas antigénicas para distintas enfermedades que están siendo usadas más allá del Nanopoc mismo. Chemtest está enfocada en la elaboración de reactivos de diagnóstico para la medicina humana y veterinaria y su

creación, como una empresa de diagnóstico de enfermedades, no hubiera sido posible sin el Nanopoc (Ver capítulo 3).

Los FS fueron diseñados como instrumentos que cubren hasta la etapa pre-comercial y, por tanto, la etapa de comercialización no estuvo contemplada en los ejes de evaluación ANPCyT-MINCyT. Así, el NANOPOC se considera exitoso por organismos como el BIRF y el MINCyT-ANPCyT y un modelo a seguir, dado que cumplió lo que se propuso inicialmente, desarrollar los prototipos del dispositivo para diagnóstico de enfermedades infecciosas. Que se comercialice o no, no fue parte de la evaluación ni de ANPCyT-MINCyT ni del BM:

> "¿Qué pasa con el NANOPOC hoy? Tenemos el dispositivo. ¿Alguien lo vendió? Nadie lo vendió. ¿Alguien lo quiere vender? No sé. Yo, al menos, no. No me interesa más el Nanopoc. Me interesa Chemtest y me interesa lo que estamos haciendo fusionando la tecnología de lo 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 [...] acabamos de presentar un proyecto en cooperación con España y con Alemania en la Comunidad Europea y Argentina para avanzar en el desarrollo de lo que es el híbrido del sistema inmuno-cromatográfico, pero con lectura electrónica. Esto sin Nanopoc no existía. Y se los dije también a los que vinieron del Banco Mundial y creo que lo entendieron. Que decían '¿Y el producto?', y eso me lo decía todo el tiempo Isabel [MacDonald], '¿pero el producto no lo vendieron?' Y yo le dije '¿Isabel, ¿sabés qué?, no me importa vender el Nanopoc. Lo que me importa es lo que el Nanopoc nos dejó y lo que vamos a hacer a partir del Nanopoc'. Creo que lo terminó de entender" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Mientras que Fraigi comentó que el Nanopoc "recibió muchos premios y es tomado por la Agencia y el MINCYT como un proyecto modelo, de bien hecho", pero "todavía el equipo no está en la calle":

> “Eso para mí es una contradicción horrible [...]. Somos nosotros que siempre estamos empujando y no sirve. No podés empujar desde el Estado. Es la empresa que tiene que hacerlo [...]. El INTI tampoco tiene experiencia en ventas, porque el INTI no vende, lo que hace es transferir a la industria” (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Como vimos, entre las empresas involucradas en el proyecto se generó una especie de discrepancia al momento de no ponerse de acuerdo en la manera de llevar a cabo el desarrollo del dispositivo Nanopoc, cuestión que frenó la posibilidad de avanzar en la fabricación y comercialización de los aparatos. Sin embargo, el hecho de que el consorcio no fuera disuelto, desde el punto de vista legal y formal constituye otra traba, ya que para poder incorporar otras empresas interesadas en llevar el Nanopoc al mercado, hace falta cerrar el CAPP legalmente. Una vez cerrado el consorcio de manera formal y legal, hay distintas posibilidades que se están barajando. Abrir el juego a otras empresas interesadas en desarrollar el Nanopoc es solo una de ellas. Otra de las ideas es la creación de una empresa con capital público y privado. Y una última consistía en una orden por parte del Estado para fabricar alrededor de 2000 dispositivos para ser incorporados en los centros de atención primaria de salud del país. Ante esto, Fraigi reflexionó que “fue importante ver el juego del Estado apoyando”, “lo cual no puede ser de otra manera”, ya que el Estado “tiene que estar en ciertos nichos”:

> “El Estado a través de INTI, apostó, apoyó y eso es fundamental. Cuando nosotros estábamos ya con resultados positivos, validando y demás, recibimos del Ministerio de Planificación, hoy sería el Ministerio de Modernización, que vieron la importancia de estos equipos para las salas de los Centros Atención Primaria y querían, su propuesta era comprar 2000 equipos. Y hoy sigo creyendo en eso, que es necesario que esos equipos estén en las salas. En las salas donde no están los grandes centros urbanos, que están a 200 kilómetros, en zonas inhóspitas y que tienen un laboratorio mínimo, una mesada, unos tubitos de ensayos, con estos equipos son ideales porque pueden medir en el momento, en una hora tienen el resultado. Los

> pacientes que van a una salita de atención primaria van y no vuelven para ver los resultados. Vos no podés tomarles la muestra y decirles que vengan la semana que viene porque es muy raro que vuelvan. Vos con estos equipos a la hora, le das el resultado. Entonces, ellos sí pueden estar en la salita una hora y ya tienen el resultado, tienen el diagnóstico y saben cuál va a ser su tratamiento. Puede ser que después no lo hagan, pero […] ya hay una consciencia en el otro. Eso es fundamental. Realmente en zonas inhóspitas es fundamental. El Estado anterior iba a abrir la orden de trabajo de 2000 aparatos, lo hiciera Aadee o no lo hiciera. Es agarrar un grupo y decir 'tomá, hace'. Es distinto, en el otro había un compromiso desde el Estado en hacerlo, ahora como que no [...] Ahora está visto más desde el emprendedor que lo tiene que hacer, pero hay situaciones en que no" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Entonces, el balance final que hicieron los actores involucrados desde las instituciones públicas es que el proyecto fue exitoso, pese a sus dificultades. Esta visión de éxito que los investigadores comparten y resaltaron se contrapone a la visión de los actores por la parte privada, que declararon abiertamente que el proyecto fue un fracaso en cuanto a su comercialización.

Para Carlos Moina, quien fue el responsable de dirigir el proyecto, se trató de un proyecto exitoso:

> "Haber llegado a un producto que funcione y que todos lo premien, y que excepto este consorcio, todo el mundo lo quiera, yo creo que sí es exitoso. Además, conociendo como son estas cosas que se presentan el sector científico y prometen mucho y después no hace nada. En cambio, acá tenemos la impronta de INTI de llegar a cosas. Y el IIB también, porque es un Centro de CONICET que trabaja mucho con empresas. Entonces, nos juntamos grupos cuya visión era algo para transferir, no gastar la plata en más de lo mismo, papers. Tenemos el producto. Más que en el INTI trabajamos la cuestión de la innovación, gestión de la innovación, lo último que queríamos es que no termine en innovación, sino que termine en un

> prototipo y nada más" (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Según Liliana Fraigi, el proyecto terminó "para nosotros, con éxito", aunque no "con éxito en la trasferencia, porque está transferido a Aadee, pero no le interesa comercializarlo", pero el proyecto "fue totalmente exitoso":

> "Con infinitas dificultades que me parece que son enseñanzas para nuevos llamados. Lo valioso y lo fuerte es que fue interdisciplinario, que es necesario trabajar con equipos interdisciplinarios desde el punto de vista de electrónica, puramente electrónica. No podés pensar en que un grupo haga todo. Creo que ese es un gran error que lo cometemos cotidianamente. A pesar de que yo tengo un equipo que hace todas las partes de la cadena para llegar a tener un prototipo electrónico, pero si no tengo sentado en la mesa a los actores involucrados en la aplicación, en el diseño industrial y en el diseño electrónico, no llegas a término para aplicarlo. Y ese para mí fue un aprendizaje de encontrar lenguajes comunes, de salvar diferencias, de formación profesional" (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Además, refirió que lo que les faltó a los proyectos FONARSEC, en general, fue una comisión que se encargara de hacer un seguimiento técnico-administrativo de cada uno de los proyectos, una comisión encargada de la resolución de problemas, no de realizar auditorías.

En la misma línea, para Diego Comerci, responsable de la parte biológica, el éxito del proyecto es constatable, ya que éste derivó en "la creación de una empresa, la formación de tres doctores, en el desarrollo de una plataforma que está instalada en el país donde los equipos están, el *know how* está y no está dormido":

> "Estamos generando nuevos proyectos que hoy por hoy la ponen a Argentina en la posibilidad de trabajar de igual a igual con países europeos avanzados en toda esta temática. Entonces, si lo mirás desde ese lugar, para mí es súper exitoso [...]. Depende la visión que vos tengas. Para mí, el proyecto es

> exitosísimo desde el punto de vista de que generamos una plataforma tecnológica argentina. Antes del Nanopoc no había, ni trabajaban, ni publicaban biosensores aplicados a enfermedades. Hoy, no sólo hemos generado publicaciones, hemos formado recursos humanos [...] la visión del desarrollo en el empresariado es muy cortoplacista y no ven, miran el árbol y no ven el bosque. El Nanopoc para mí fue un proyecto que me cambió la vida, porque me hizo salir un poco de la investigación básica que yo hacía, que sigo haciendo, pero sigo haciendo cada vez menos. Y estoy muy contento. Estoy en la etapa pasada la mitad de mi carrera, cumplí 50 años, así que creo que me queda con suerte 15 años más de productividad y me parece que los voy a dedicar cada vez más a la parte de desarrollo tecnológico" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Según Carlos Gigena, presidente de Aadee, al proyecto le faltó el toque empresarial en lo referente a su introducción al mercado. A lo cual denominó como un "fracaso en términos comerciales" para contrastar el éxito que tuvo en términos económicos para las instituciones públicas, en referencia a la adquisición de numerosos bienes de capital y equipamiento. Sobre su experiencia y la experiencia de la empresa, refirió que los beneficios que les aportó el haber participado del CAPP fueron el aprendizaje de sus recursos humanos y la adquisición de un equipo. Sobre las reuniones del consorcio, comentó que, en su opinión, faltaron reuniones generales donde participen más las empresas, Biochemiq y Agropharma. Según el presidente de Aadee, él intentó coordinar reuniones entre la parte empresarial para analizar las posibilidades de mercado del Nanopoc, pero que estas nunca se llevaron a cabo. Muy probablemente, en su opinión, debido a que no podían apreciar las posibilidades del Nanopoc en el mercado.

Según Fabián Cairó, director Técnico de Biochemiq, el proyecto fue un fracaso. Su motivación como empresa para participar del mismo había sido la generación de una ganancia a través de las ventas del dispositivo, etapa que no se alcanzó:

> “Nosotros no vamos atrás de papers, ni de subsidios. Nosotros necesitamos vender. Entonces no podemos darnos el lujo de perder tiempo en hacer papeles, por así decirlo, y comprar equipamiento. Nosotros donde ponemos el ojo, tratamos de que salga porque necesitamos vender. Esta por ahí es la pata que los investigadores usan nuestra en el buen sentido, como nosotros usamos la capacidad de ellos [...]. Este proyecto del Nanopoc ganó un Premio Innovar. Para nosotros eso es secundario. Lo importante para nosotros es poder vender. La empresa participó en el proyecto con esa motivación: tener un producto como resultado final y comercializarlo. En este caso no se logró. Los investigadores publicaron papers, hicieron su carrera y se quedaron la plata. Biochemiq recibió un equipo. Que no lo necesitaba, porque está en capacidad de poder adquirirlo por cuenta propia. Lo único que quería era el producto. Entonces el proyecto fue un fracaso en ese sentido [...]. Yo necesito vender para poder tener una ganancia. Toda esta gente que trabaja acá tiene que cobrar a fin de mes [...]. Yo siento que me utilizaron, en el mal sentido, porque nosotros para poder participar tuvimos que cumplir requisitos. Tener todo en blanco, puede parecer una nimiedad, pero en un país como el nuestro no es una pavada. Fuimos evaluados. Entonces, me utilizaron para poder publicar papers y asistir a congresos, que no digo que esté mal, pero no es lo que yo busco. Yo personalmente me quedé disconforme con este proyecto” (Comunicación personal con Fabián Cairó de Biochemiq, 7/06/2017).

Como vimos, el proyecto Nanopoc tuvo múltiples aciertos. Entre sus aciertos en la ejecución, puede mencionarse su manejo dinámico de la administración de la ejecución del proyecto y el hecho de avanzar en los desarrollos en forma paralela por parte de las instituciones públicas. Por otro lado, y en cuanto a los objetivos que se había propuesto el proyecto, la generación de la plataforma tecnológica se alcanzó. En este sentido, a partir del NANOPOC, se fueron ampliando líneas de investigación y generando otras nuevas. Por ejemplo, como señaló el director del proyecto, usando más o menos el mismo sistema de antígeno-anticuerpo, surgió una línea para detectar alergias en los alimentos y, otra aún más interesante, que consiste en cuantificar las enfermedades detectadas:

> “Estamos trabajando con el Fatala Chaben de Chagas,[200] ya no para detectar Chagas porque eso ya lo hacemos, sino para cuantificar. Cuando una persona es chagásica se le da una medicación y la medicación es muy tóxica, tiene muchos efectos colaterales. Y un porcentaje grande de esa gente no es negativo, entonces le están dando durante años una medicación y que no le va hacer efecto. El Fatala desarrolló una proteína para medir la carga de anticuerpos específica en Chagas. Entonces, ellos ya saben que si durante el primer año la pendiente de disminución tiene determinado valor de anticuerpos en sangre, que se va a negativizar en algún momento. En cambio, si durante el primer año la pendiente es baja y la cantidad de anticuerpos no disminuye notablemente, no va a negativizar. Entonces, cuantificando la cantidad de anticuerpos, qué cantidad de anticuerpos tiene a lo largo del tiempo, se puede decir si la persona va negativizar y a curarse o no. Entonces no le sigamos dando esto porque le estamos arruinando el hígado” (Comunicación personal con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Además, el proyecto Nanopoc –y los otros dos proyectos más de nanotecnología ya presentados– incidieron en la creación, en 2012, del Programa de Micro y Nanotecnologías, en el ámbito de la Gerencia de Desarrollo del INTI, compuesto por dos áreas específicas “Micro y Nanoelectrónica” y “Nanomateriales y sus Aplicaciones” (INTI, 2017). Es decir, la creación de este programa, que es transversal a la nanotecnología dentro del INTI -al involucrar varios centros-, fue resultado de su participación en varios proyectos FONARSEC en el área de la nanotecnología, en especial el Nanopoc, por ser el más reconocido y premiado.[201]

---

[200] Instituto Nacional de Parasitología “Dr. Mario Fatala Chaben” perteneciente a la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS), organismo público descentralizado dependiente del Ministerio de Salud de la Nación Argentina.

[201] El Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB) forma parte de la estructura de los centros del INTI y tiene dos sedes: una en el Parque Tecnológico Miguelete del INTI (San Martín) y otra en Bahía Blanca, donde se encuentra la Universidad Nacional del Sur (UNS), que trabaja en conjunto con el INTI en el área de electrónica. Se trata de un consorcio público-privado, cuyos socios fundadores son el INTI y el Ministerio de Industria. Además, entre los socios promotores y los adherentes se incluyen cámaras de empresas industriales, fundaciones, universidades y empresas

En síntesis, el proyecto Nanopoc posibilitó una gran adquisición de equipamiento para las tres instituciones públicas y funcionó como una plataforma tecnológica, ya que generó nuevas líneas de investigación, en la formación de recursos humanos, en la interacción entre investigadores con distinta formación profesional y el fortalecimiento del trabajo interdisciplinar entre algunos investigadores y algunos empresarios y, sobre todo, en la creación de una nueva empresa enfocada en la elaboración de reactivos de diagnóstico para la medicina humana y veterinaria. Este último punto es importante si se tiene en cuenta que uno de los objetivos que se propuso el FONARSEC, como herramienta de las políticas científico-tecnológicas, fue la vinculación entre el sector científico y productivo:

> "Los grandes valores que nos dejó el proyecto son el trabajo interdisciplinario, el aprendizaje en el lenguaje común y un reconocimiento de las partes. La importancia del tema porque socialmente [...] el NANOPOC tiene contenido social." (Comunicación personal con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

No obstante, es llamativo el hecho de que, estando el dispositivo desarrollado –si bien en versión de prototipo final–, y teniendo en cuenta los usos sociales del mismo, la responsabilidad de llevarlo al mercado recaiga sobre algunas empresas privadas. Como relatamos en este apartado, de las tres empresas que integraron el consorcio, una en particular –Aadee– perdió interés en el negocio, aquella encargada justamente de la fabricación del dispositivo. Si bien el proyecto finalizó hacia fines de 2015, hacia fines de 2017, el CAPP aún no se encontraba cerrado legalmente, hecho que explica que otras empresas interesadas no pudieran reemplazar a Aadee en su rol de fabricante del Nanopoc.

Sin embargo, el problema más grande es la indiferencia por parte del Estado argentino en cuanto a la producción de un dispositivo con contenido social que se encuentra ya desarrollado. Si bien el INTI insiste en que busca llevar el Nanopoc al mercado y que finalmente pueda ser utilizado en un área fundamental como lo es la

---

del sector. Para más información ver: http://www.inti.gob.ar/microynanoelectronica/index.html y http://www.unsam.edu.ar/tss/pequeno-gran-desafio/ (Consultado el 21/07/2018).

salud, no alcanza que sea solamente una institución la que puje para adelante. Un interrogante que surge es si no debería intervenir el MINCyT o el Ministerio de Salud, a través de una iniciativa concreta que derive la fabricación del dispositivo a otra empresa u otro grupo de empresas en condiciones de desarrollando. O, si no puede hacerlo una empresa, que el Estado se encargue de crear una asociación *ad hoc* que tenga la finalidad de desarrollar dispositivos Nanopoc. Con el dispositivo desarrollado, les tocaba a las empresas cumplir su rol. Pero, si las empresas no pueden hacerlo por su cuenta, el Estado debiera intervenir.

4.6. Nanoproductos para la industria petrolera (NanoPetro)

En la convocatoria de 2012, los objetivos de la misma se correlacionaron directamente con una de las áreas temáticas, en lugar de las líneas prioritarias, al seleccionar financiar el desarrollo de nanoproductos para la industria petrolera. En las bases de la convocatoria, ANPCyT señaló que buscaba financiar parcialmente proyectos en los cuales los CAPP tuvieran como objetivo el desarrollo de nanoproductos en sistemas Roca-Fluido. Más específicamente, aquellos proyectos que buscasen desarrollar, evaluar y diseñar en escala de laboratorio nanoproductos tales como nanofluidos para el control de propiedades reológicas y mecánicas en sistemas roca-fluido y nanoproductos tales como nanofluidos con propiedades espectroscópicas y magnéticas, ambos aplicables a procesos de recuperación mejorada de petróleo convencional y yacimientos no convencionales de petróleo y gas. En cuanto a los montos de financiación por proyecto, oscilaron entre un mínimo no reintegrable de $5.580.000 y un máximo de $37.200.000. Los fondos de la contraparte debían ser igual o mayor al 20% del costo total del proyecto. Además, se aclaró que los aportes no reintegrables excluían el financiamiento correspondiente a la etapa de comercialización, y que las actividades a financiar incluían la creación, diseño, desarrollo, producción e implementación y puesta a punto de sistemas, componentes y/o estructuras en base a nanotecnología. Entre los resultados esperados se mencionó el afianzamiento de vínculos público-privados, el fomento de ir más allá de las actuales alternativas tecnológicas de recuperación de los yacimientos maduros de hidrocarburos convencionales y de

desarrollo de yacimientos no convencionales mediante la introducción de la nanotecnología, incentivar a las empresas con base científica tecnológica radicadas en el país para producir y abastecer los nanoproductos tales como los nanofluidos que la industria petrolera demande, estimular la implementación de la nanotecnología, creando nuevas fuentes de trabajo en otros tipos de industrias tales como: químicas, mineras, proveedoras de insumos, medios ambientales, agroindustria, automotriz y de bienes de consumo, y fortalecer y aprovechar las capacidades científicas y tecnológicas desarrolladas por las universidades e instituciones de investigación para incrementar la producción de hidrocarburos convencionales y no convencionales con el menor impacto ambiental posible (FS Nano, 2012).

La convocatoria cerró en noviembre de 2012 y fue aprobado y financiado un único proyecto, que tuvo de beneficiarios a YPF S.A. y a dos centros pertenecientes al CONICET, el CETMIC y el INIFTA, ambos de la UNLP. El director del proyecto fue Lelio Da Silva perteneciente a YPF, y el presupuesto adjudicado por la ANPCyT fue el máximo previsto, $37.200.000 –alrededor de 8 millones de dólares[202]-, con una contraparte de $9.300.000 previstos para un plazo de ejecución de 4 años –lo que sumaba un total de 10 millones de dólares-.

La Dirección de Tecnología de YPF identificó en la convocatoria dos áreas estratégicas: reservorios no convencionales y campos maduros incorporando la recuperación mejorada. Así, el proyecto buscó optimizar la producción de hidrocarburos para abastecer el mercado interno argentino a través de la mejora del desempeño de los agentes de sostén usados en el proceso de fracturamiento hidráulico de reservorios no convencionales, y la mejora del desempeño de los sistemas químicos utilizados en la recuperación mejorada de petróleo (Sid y Guzzetti, 2014).

Como hemos presentado en el proyecto NanoAR, donde también hubo participación por parte de YPF, se trata de una empresa argentina de energía dedicada a la exploración, explotación, destilación, distribución y producción de energía eléctrica,

[202] El valor del peso equivalente a un dólar tomado es de $4.65 (FS Nano, 2012).

gas, petróleo y derivados de los hidrocarburos y venta de combustibles, lubricantes, fertilizantes, plásticos y otros productos relacionados a la industria. Luego de su privatización en 1992, en 2012 fue convertido en ley un proyecto para expropiar el 51 % del capital accionario de YPF, que desde entonces posee el Estado argentino. En ese entonces se producen cambios en la gestión de la compañía y surge la necesidad de crear un grupo tecnológico fuerte en YPF, así como también duplicar sus recursos y ganar competitividad en los temas clave para la compañía, que incluyen yacimientos no convencionales, recuperación secundaria, energías renovables, entre otros. Rápidamente, buscando fortalecer las capacidades tecnológicas de YPF, surgió la idea de unir en una sola organización el departamento tecnológico de YPF y la rama científica del MINCyT, el CONICET, buscando una integración fuerte. El proceso se llevó a cabo en diciembre de 2012, momento en que surge YPF Tecnología S.A. (Y-TEC), con un 51% para YPF y un 49% para el CONICET, para estar al servicio de YPF en sus temas de valor tecnológico (Affronti, 2014; Y-TEC, 2018). Por tanto, una vez constituida Y-TEC, se incorporó al CAPP. Durante la ejecución del proyecto, denominado NanoPetro dentro de la compañía, Y-TEC mantuvo un rol protagónico, mientras que el CETMIC y el INIFTA cumplieron un rol complementario. Desde INIFTA comentaron que “en este proyecto se estudiaban dos temas: surfactantes para recuperación secundaria y terciaria y nanopartículas de interés en la industria petroquímica” (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

En YPF surgió el interés en la nanotecnología siguiendo la tendencia de otras compañías internacionales que estaban llevando a cabo desarrollos con nano. Ante lo cual, dentro de Y-TEC “se hizo un plan anual para conocer todo el potencial de los Centros de Excelencia a nivel Argentina”, donde se contactaron con “todos los directores, con todos Decanos y se hizo un plan de visita” y se armó un grupo experto de Y-TEC “para ir a los centros de investigación para hacer un contacto inicial”. De esta forma, desde Y-TEC llevaron un acta de necesidad y los centros “demostraban lo que sabían hacer”. Entonces, “se hizo un mapeo muy completo de todos los potenciales que había a nivel nacional”:

> “Ahí nosotros tuvimos un mapa tecnológico de las capacidades de Argentina en el territorio nacional. Juntando esto con los benchmarking que hicimos nosotros a nivel mundial, visitando todas las empresas proveedoras a nivel mundial, la mayoría de las visitas fueron a laboratorios […]. Y en base a nuestra necesidad, mostraron los proyectos que ellos tenían, se seleccionaron varios temas y uno de los temas fue la nanotecnología, pero otros temas fueron la energía renovable, después la otra fue biotecnología. Se abrieron varias líneas de estudio y a partir de acá nosotros siempre nos preparamos para los proyectos y cuando vemos la oportunidad de buscar financiamiento afuera y desarrollar este Centro de Investigación aportando equipos, mano de obra, ahí se arma el proyecto y se junta todo. Por eso es que ese tipo de financiamiento para nosotros es muy bien visto […]” (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Aunque, el mismo entrevistado aclaró que fue todo “con vista a comercializar”:

> “Esa más o menos es la estrategia que tenemos dentro de Y-TEC para abordar todo este sistema con base al benchmarking que hacemos a nivel nacional y a nivel mundial. Las necesidades nuestras no son secreto para nadie porque hicimos todo ese benchmarking y necesitamos producir más bajando los costos, tenemos que ver qué resiste más a alta temperatura, que sea más eficiente […]. Siempre tuvimos una carpeta de temas. Nanotecnología es una de varias. E impulsamos la generación de consorcios relacionados a esto porque uno de los objetivos de la Agencia es que todo ese estudio termine en un producto. Un producto comercializable que aporte al país los beneficios correspondientes de mejorar la tecnología” (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Otro entrevistado, perteneciente a Y-TEC y que estuvo más involucrado en el NanoPetro, explicó que, desde 2009 y 2010, “empezamos a hacer una especie de búsqueda, revisión tecnológica alrededor de la nanotecnología” porque empezaron a “ver en revistas técnicas del ámbito petrolero que había una tendencia de todas las compañías grandes, de todas las que presentan servicios y todas las que hacen

desarrollos, una tendencia de hacer más cosas de nanotecnología". Por ejemplo, "BP, Shell, ExxonMobil, Schlumberger Limited las de servicios, Baker Hughes, todas estaban yendo a nanotecnología". Dado que "empezamos a ver mayor cantidad de publicaciones, nos preguntamos por qué" y "vimos que había resultados prometedores en distintos aspectos":

> "Teníamos iniciado un grupo de trabajo, en ese momento de tres o cuatro personas, estábamos trabajando haciendo revisión tecnológica del tema y teníamos como un estudio del estado del arte de lo que era la nanotecnología en la industria del petróleo. Fue muy positivo el hecho de tener ese estudio abierto y de tener ese grupo trabajando e identificados los temas porque después cuando abre la convocatoria no es que tuvimos que empezar de cero. Cuando nosotros vemos que abre la convocatoria, ya teníamos preseleccionados los temas y nos quedó casi que elegir a los socios. […] La realidad petrolera argentina es que nosotros tenemos campos maduros, muy maduros, de muchos años de extracción, y por otro lado tenemos los yacimientos no convencionales. Como esos siempre fueron los dos grandes targets desafiantes a mejorar por parte de YPF, se buscaron productos tecnológicos críticos para mejorar los rendimientos y la producción de esos dos campos, el campo maduro y lo que es el no convencional. Entonces en lo que es el campo maduro, se apuntó a desarrollar polímeros y surfactantes que mejoren la extracción, que mejoren la recuperación de lo que sabemos que queda debajo del reservorio que no se puede sacar con la tecnología convencional, y que con la mejora en la tecnología puede uno aumentar el factor *recover*. Y, por otro lado, en el de yacimientos no convencionales era desarrollar agentes de sostén que son los que se usan para hacer una fractura hidráulica, que tuvieran mejoras desde su comportamiento mecánico y en la baja de densidad. También se hicieron otros objetos para poder reconocer el tamaño de una fractura y demás que son cosas importantes. El producto se elige a la realidad del país. Es decir, se buscan los productos de nanotecnología que apuntaran a mejorar los rendimientos de lo que es el petróleo en Argentina, que está compuesto por campos maduros y no

> convencional" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Y-TEC mantuvo un rol de liderazgo, lo cual se refleja en el objetivo del proyecto acorde a sus intereses, la mejora de los hidrocarburos para el abastecimiento del mercado interno a través de la mejora de sistemas químicos utilizados en la recuperación mejorada de petróleo (campos maduros) y a través de la mejora del desempeño de los agentes de sostén usados en el proceso de fracturamiento hidráulico de reservorios no convencionales. Por tanto, Y-TEC se encargó de buscar a los socios tecnológicos adecuados para llevar adelante el proyecto, siendo las experiencias y trabajos previos los factores que más incidieron en su selección. Entonces, se eligieron dos socios: INIFTA y CETMIC. La conformación fue, en el caso de CETMIC, "por experiencia de trabajo anterior con YPF", dado que "Ya en algunos proyectos convencionales habíamos trabajado y había una experiencia de trabajo":

> "Había experiencias previas de trabajo en servicios o desarrollos más convencionales, no asociado a nano, pero sí más convencionales. Y en el caso del INIFTA, lo identificamos como un socio potencial. Había contactos, pero más de servicios y lo identificamos como un socio potencial. Yo creo que también influyó el tema regional. Es decir, tener cerca los centros termina siendo determinante a la hora de que vos te puedas reunir, ya de por si tenés menos costos en un montón de cosas. Termina siendo un beneficio que esté cerca" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Los tres socios realizaron un trabajo en conjunto, coordinado y con funciones delimitadas. Mientras que el CETMIC se encargó de desarrollar agentes de sostén para fractura, con mejoras en sus características funcionales y agentes de sostén trazables, el INIFTA se enfocó en el desarrollo de productos químicos diseñados para dar respuesta en reservorios con ambientes hostiles, como por ejemplo en aguas de alta salinidad, alta temperatura o combinación, junto a Y-TEC, que aportó los tecnólogos calificados, la infraestructura para realizar los estudios de

desempeño necesarios y manejó la gestión integral del proyecto, articulando las actividades institucionales de los participantes (Sid y Guzzetti, 2014).

Debido a que el proyecto dio inicio a mediados de 2013 (Sid y Guzzetti, 2014), y teniendo en cuenta los cuatro años de duración, a fines de 2017 aún no se encontraba finalizado lo que se explica en ciertas demoras en la adquisición del equipamiento necesario para avanzar. A pesar de ello, que el proyecto no estuviera finalizado no impidió a los actores involucrados en el mismo, resaltar los avances que había tenido hasta fines de 2017. Entonces, desde Y-TEC, Cipollone señaló que “los resultados positivos del proyecto son primero la generación de servicios de alta calidad para la industria petrolera local: lo que llamamos Plataforma Tecnológica”, que es “toda una estructura para poder desarrollar algo”. Aclaró que antes del FONARSEC, “no teníamos ni un laboratorio” y “la parte edilicia ni estaba” y lo que hizo el FONARSEC fue generar esa plataforma físicamente:

> “Es decir, laboratorio con sus contenidos y nos desarrolla el conocimiento. El conocimiento es la gente. Acá se trabajó durante muchos años, se pusieron a punto los laboratorios, se hicieron pruebas de los desarrollos, se probaron los desarrollos que se están haciendo. Eso nos deja el conocimiento que hasta 2012-2013 cuando arrancamos con esto, la única opción que tenía YPF era contratar a una empresa que le dijéramos ‘resolveme este problema’. Ahora, esto está acá en Y-TEC y tenemos el conocimiento y la estructura para responder a esto. Eso es uno de los grandes legados y grandes resultados que nos deja el FONARSEC” Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Por su parte, Da Silva agregó que en la industria petrolera “es muy difícil escalar”. Hacer un pozo “cuesta más o menos 10 millones de dólares” y “nosotros hacemos 100 pozos por año y debemos hacer mil pozos por año”. Por lo que, señaló que hay productos caros que se importan desde China o de Estados Unidos y que lo que hay que hacer es “desarrollarlos a nivel local para poder cada vez más bajar los costos de Vaca Muerta para en lugar de hacer mil pozos, hacer dos mil pozos”:

> “Y no se hace piloto con un pozo, se hace piloto con muchos pozos porque cada reservorio tiene sus particularidades. Entonces, cuando se arranca, se arranca con cierto conocimiento de que no era el piloto un objetivo de este proyecto, pero sí era, por ejemplo, montamos un laboratorio para hacer ensayos de propano. Todos los ensayos que se le pueden hacer al propano se pueden hacer hoy acá. Eso no se hacía. Entonces hoy, el producto que está saliendo de los que estamos desarrollando con el centro de investigación, lo estamos probando en este laboratorio. Lo que se haces es, se genera conocimiento en toda la escala, desde el diseño y la formulación, en este caso del propano, hasta la prueba de performance. Eso es lo que se hace en este proyecto. Entonces, toda esa cadena quedó armada. Nuestro resultado es una estructura funcionando disponible para cuando la compañía lo requiera y las variables de contorno a nivel internacional acompañen” (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

En este punto explicó que el proyecto empezó “con un barril del orden de los 90-100 dólares y hoy tenemos un barril de 50”. A ese precio “el proyecto no lo hubiéramos hecho”. Entonces, “cuando arrancamos el proyecto teníamos cuatro años para trabajar, y el barril estaba a 100 dólares y cuando íbamos por la mitad está a 50. ¿Qué hacemos? Seguimos trabajando porque la industria del petróleo es muy variable”:

> “Por ahí esto vuelve a subir o se genera algún cambio que nos permita aprovechar todo ese uso. La realidad es que, si uno viera un caso de negocio de este proyecto, no es viable. Pero estamos generando conocimiento, estamos generando la posibilidad de que en un futuro eso…ya está la estructura armada acá. Igual hoy se sigue usando. Hoy todos estos laboratorios resuelven problemas que tienen un impacto económico. Es decir, YPF hoy inyecta arena y trabaja, si hoy tiene un problema o si hay un inconveniente tecnológico, internamente podemos resolverlo. Y eso es el legado que nos ha dejado el proyecto. Hay que pensar que en 2012, cuando arrancamos, acá en Argentina no había ni un laboratorio para analizar la

> arena […] nosotros armamos toda la cadena. También a nivel internacional, Halliburton, Schlumberger tampoco tenían toda la cadena dentro de su laboratorio. Desarrollaban un producto, hacían la química, y después lo mandaban a otro laboratorio que nosotros llamamos de performance. Nosotros estamos más preocupados por la performance que por la química. Porque la química con poca inversión se puede hacer, pero la performance es carísima y además requiere de recursos muy importantes y volúmenes grandes. Entonces, nosotros tenemos toda la cadena. En el 2012 en Argentina no había ningún laboratorio, ahora tenemos el nuestro. Tenemos otro que no está vinculado el proyecto, una inversión de YPF aparte, laboratorio en campo para poder hacer análisis rápido, en el CETMIC donde se puede hacer el 80% de los análisis" (Comunicación personal con Lelio Da Silva y Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Además de la generación de la plataforma tecnológica, otro beneficio que tuvo el FONARSEC y que mencionaron desde Y-TEC fue el trabajo en conjunto con los investigadores:

> "Yo creo que todo este camino enriquece la relación entre el sistema científico y la industria. Creo que lo enriquece porque uno aprende a trabajar, se arranca con culturas distintas, intereses distintos, y creo que el trabajar juntos ayuda a reconocerse, a entender qué es lo que puede hacer uno, qué es lo que puede hacer el otro […] lenguaje común no había, pero se trabajó para que así sea. Por ejemplo, el CETMIC es un Centro que tiene mucha más formación tecnológica y aplicación y se nota que es más fácil trabajar con ellos que con INIFTA que es un Centro más de investigación básica, que obviamente tienen intenciones, ganas y tienen experiencia en tecnología, pero no tanta. Sí, fue un poco más difícil de trabajar, hacer ver, hacer entender" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Las dificultades estuvieron concentradas nuevamente en las denominadas cuestiones administrativas, que incluyen las velocidades de compra de equipos, y

en las devaluaciones del peso argentino, hecho que redunda en la pérdida del poder adquisitivo de los fondos aportados por ANPCyT para los gastos pertinentes. En este sentido, Cipollone opinó que “Los requerimientos a cumplir para compras son excesivos”. Por ejemplo, para una licitación internacional “tenemos que escribir muchas cosas y además estamos arrinconados porque la mayoría de esos equipos y análisis de performance, no es que puedo licitar y tengo diez proveedores, tenemos uno”. Entonces, “justificar eso mil veces para que el Banco Mundial nos pueda liberar los recursos para poder comprar ese equipo, que sólo existe uno es muy difícil”. Opinó que, en este sentido, habría que existir cierta flexibilidad y confianza en el tecnólogo. Además, “toda la normativa internacional está diseñada con estos equipos. No es que puedo comprar otro”:

> “Esto lo sufrimos mucho. Es como que las auditorías y las estructuras de compras que tiene el Banco Mundial están armadas con mucha rigurosidad para garantizar la transparencia, pero lo que pasa es que es poco específica. Entonces es como que es lo mismo comprar una birome que un equipo. Esa misma auditoría se vuelve difícil de salvar cuando uno está trabajando. Yo creo que tiene que haber auditorías exigentes para garantizar la transparencia, pero más específicas a la herramienta que está uno comprando” (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Además, Da Silva relató que tuvieron un inicio “bastante preocupante pero después con buena voluntad y queriendo hacer las cosas el proyecto avanzó, pero si se retrasó”, haciendo perder poder de compra al CAPP por las devaluaciones del peso argentino. La compra de un equipo, por ejemplo, tardó dos años, con lo cual “es imposible cumplir con los tiempos del proyecto”:

> “No se puede manejar un proyecto bajo ese criterio. Deberían encontrar una forma de dolarizar el dinero porque es una restricción que no sólo nos ataca a nosotros, sino a todos los FONARSEC. Ahora, a nosotros nos ataca más, y por ahí a otros no, porque nosotros cuando arrancamos el proyecto tenemos que terminarlo. Porque el hecho de que hayamos logrado obtener

> financiamiento público no quiere decir que no tengamos que responder hacia arriba cómo está el proyecto. Nosotros estamos poniendo una contraparte ya acordada y el resultado de esto fue que tuvimos que poner tres veces más de contraparte. Tuvimos que sacar recursos de otros proyectos, para poder cubrir porque este proyecto lo tenemos que terminar. Internamente para nosotros tener un proyecto en estas condiciones nos complica mucho. Pero como es importante y la gente está toda motivada, no nos vamos a bajar y tampoco vamos a bajar el alcance" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Entonces, la estrategia del CAPP fue concentrar los recursos para comprar equipamiento. Da Silva agregó que el proyecto "Va a ser exitoso porque tenemos mucha gente inteligente trabajando muy dedicada y muy comprometida", pese a que la planificación y administración "fue muy dolorosa":

> "Nosotros tenemos auditorías internas y auditorías externas y es un proyecto que a mí me cuesta mucho explicar cómo me metí en un proyecto aceptando un dinero que no tenía ajuste. Es muy difícil de explicar a un auditor externo una cuestión así. Lo tenemos que tener muy en cuenta esto para el futuro, para intentar acordar una manera sensata y normal de hacer un proyecto. Yo tengo el dinero y lo tenemos que tener actualizado porque por ejemplo no hay ningún equipamiento que tarde menos de un año en su compra. Los equipamientos que vienen de afuera, los de adentro sí, pero los de adentro son muy pocos. Yo creo que la parte más complicada fue, comprar los equipos fue complicado, ahora hacer la parte edilicia de reparar los laboratorios […] eso nos costó mucho más que la parte de los equipos […]" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

En palabras de Cipollone, el proyecto abarcaba una remodelación de los laboratorios, y en ese proceso, los mayores costos los pagó YPF:

> "Tenemos los equipos, tenemos la gente y no tenemos el laboratorio. ¿Qué hago? Se paró el proyecto. Si vos lo miras desde el punto de vista de gestión del proyecto […] el cero [año del proyecto] arranca a los dos años. A nosotros

> nos pasó con el proyecto este que el cero arrancó con la primera erogación de dinero que fue una platina que es un instrumento que se usa para calentar, que se compraron cuatro que necesitábamos. Como eso salió rápido porque ya estaban acá en el país y no había que importarlas […] en febrero de 2014 fue la primera erogación de dinero y fue como el cero para este proyecto. Empezó el proyecto. No estaban terminados los edificios, no habían llegado los reactivos, no es el cero eso […]. Según el tipo de proyecto, tiene que haber un tiempo como para que te permita comprar, construir, adecuar, preparar toda la instalación y el sistema como para que el cero sea real" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Entonces, en el próximo proyecto "tenemos que reflejar todas las experiencias anteriores". Es decir, "no puedo arrancar con el proyecto si no tengo los equipos", por lo que "si esos equipos van a tardar un año, tenemos que asumir en el proyecto que el equipo va a tardar un año" y "si se va a importar, va tardar dos años". Recién en ese momento podría arrancar el proyecto: "deberíamos hacer una planificación a consciencia". Los cuatro años de extensión del proyecto "le quedan cortos" porque "el cero está a los dos años":

> "[…] ese desembolso es como que yo te diga que vos tenés que hacer un informe para un trabajo y yo te diga 'Llegó el teclado. Y la computadora te llega el año que viene'. Y te pregunto cómo va el informe que tenés que escribir. 'Y no tengo la computadora'. No va, lógicamente. No lo vas a poner hacer. Esto es equivalente" Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Y Da Silva agregó:

> 2Si hablamos de cumplimiento de plazos, bajo ese criterio, dudo mucho que alguien pueda cumplir […] si la imposición va a ser que tenemos que hacer eso en cuatro años entonces yo no voy a poder desarrollar nada. Si me decís cuatro años, entonces en vez de hacer cuatro productos, hago medio producto […] Y después otra parte fue la nacionalización. Dentro del

presupuesto que estaba no estaba el costo de nacionalización,[203] Nosotros tuvimos que pagar todo. Vienen los equipos y ¿cómo los nacionalizamos? Tenemos un rubro ahí que era para esto. Pero no se puede usar […] sacamos de acá y lo pasamos allá. En los otros lugares, que por ahí no tenían una chequera tan fuerte, la cosa se cae rápido. Pero se cae porque no está bien planificado porque no hay experiencia" (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

Una consecuencia indirecta de este proyecto fue la inclusión del CETMIC y el INIFTA en los Espacios de Innovación que posee YPF, que consiste en integrar de manera física y concreta el trabajo entre los centros de investigación con el personal de Y-TEC para complementar las capacidades de ambas instituciones. De esta manera, por ejemplo, en el INIFTA fue construida un ala para llevar a cabo estas actividades y trabajos en conjunto. Cipollone explicó que se trata de "reconocer en un centro un potencial en equipamiento o en conocimiento que puede ser de utilidad para la empresa" y nombrarlo como un socio de Y-TEC:

"Y-TEC es una empresa que tiene parte su conformación de CONICET y parte de YPF, gente del CONICET que está trabajando en el INIFTA trabaja casi exclusivamente para Y-TEC. Esos son los Espacios de Innovación […]. Son centros vinculados a proyectos. Todos los Espacios de Innovación son proyectos de inicio con un fin de producto final definido […] lógicamente INIFTA y CETMIC, cuando se empezó a ver la Red de Espacios de Innovación quién la podía conformar, eran candidatos plenos porque tenían ya relación con un proyecto" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

A pesar de las dificultades, para el personal de Y-TEC el balance es positivo:

"Yo creo que volvería a participar porque es la forma que tiene YPF o Y-TEC, que no es una PyME, es una empresa grande que tiene capacidad de invertir y demás, siempre es difícil lograr hacer este tipo de trabajos de investigación

[203] El costo de nacionalización consiste en el pago de los gravámenes correspondientes a la importación de una mercadería.

de riesgo. Es difícil de vender internamente. Entonces, estos mecanismos permiten hacer estos trabajos a la empresa porque no es sencillo hacer un proyecto de innovación. Arrancar con investigación básica para tratar de llegar a un producto, internamente en la empresa eso no es fácil entonces siempre se busca el sistema de financiación externa como una ayuda, colaboración o facilitación del trabajo" (Comunicación personal con Mariano Cipollone de Y-TEC, 08/09/2017).

Finalmente, a pesar de que el NanoPetro no se encontraba finalizado a fines de 2017, desde Y-TEC explicaron que apuntan necesariamente a la comercialización de los productos prototipo que sean los resultados del proyecto. Este interés por introducir el producto al mercado se corresponde también con el de los investigadores involucrados. Por ejemplo, desde INIFTA sostuvieron que a pesar de que el financiamiento de este tipo de proyectos acabe, "el compromiso de avanzar para llegar al producto sigue existiendo" y agregaron que en el NanoPetro "se sigue trabajando e interaccionando con Y-TEC para poder llevar adelante lo que se había planteado" y que INIFTA está "comprometido por más que el financiamiento termine" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

4.7. Síntesis

A lo largo de este capítulo hemos presentado nueve proyectos del área de la nanotecnología, describiendo sus características más importantes. Estos nueve casos pretenden mostrar las dinámicas que se ponen en marcha al momento de la ejecución de los instrumentos de política científica y tecnológica.

Si bien cada uno de estos casos presenta particularidades propias, las semejanzas aparecen en el plano de las dificultades, ya que prácticamente todos los proyectos tuvieron que atravesar trabas burocráticas y administrativas, con la consiguiente consecuencia en la extensión de su tiempo de ejecución, prevista para cuatro años. Las críticas mencionadas por los beneficiarios 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.

Con marcadas excepciones, los proyectos se caracterizaron por una escasa participación empresarial, a pesar de ser miembros plenos del CAPP e, incluso, en algunos casos existió además un escaso interés. En ningún caso el producto que fue resultado del proyecto se encuentra pasible de ser adquirido en el mercado, con explicaciones que varían para cada caso en particular. Además, se observó una percepción variable de los actores entrevistados en relación a los resultados obtenidos en el proyecto, dependiendo de su pertenencia institucional: una institución pública de CyT o una empresa privada. Mientras los investigadores asociaron el éxito de los proyectos a la posibilidad de publicar papers, formar recursos humanos, abrir nuevas líneas de investigación y adquirir bienes de capital para sus instituciones de pertenencia, los empresarios focalizaron en la posibilidad de adquirir equipamiento industrial, escalar y comercializar productos, y formar redes de contactos con el sector científico-tecnológico. En relación a este último punto, 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.

Sin embargo, a pesar de las dificultades, los resultados indirectos de proyectos señalados por los beneficiarios fueron: (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, entre 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 una empresa de base tecnológica de capital nacional, Chemtest.

Capítulo 5: Enseñanzas y lecciones de los estudios de casos

5.1. Introducción

En el capítulo anterior presentamos nueve casos enmarcados en proyectos pertenecientes a los Fondos Sectoriales relativos al área de nanotecnología, mostrando las dinámicas que se ponen en marcha al momento de la ejecución de los instrumentos de esta novedosa política tecnológica. A diferencia de los anteriores mecanismos de financiamiento impulsados para promover la nanotecnología, como los PAV y PAE, de índole más científica que tecnológica, los Fondos Sectoriales apuntaron concretamente a resolver el problema histórico de la desvinculación entre el sector científico y el sector productivo. En esta investigación los Fondos Sectoriales ocupan un lugar preponderante, dado que consideramos que es el instrumento de política más novedoso en materia de ciencia y tecnología, tanto por su diseño como por la magnitud en términos monetarios, característica que lo destaca de los instrumentos previos. Además, este recurso posee componentes del tipo de política tecnológica definida como *mission oriented*, dada su focalización a objetivos bien específicos.

Como vimos en los capítulos anteriores, la agenda de investigación nanotecnológica argentina se estructuró según las reglas que rigen en el mundo académico, que tienden a favorecer la publicación internacional por sobre la conexión entre academia y producción, reemplazando, de esta forma, la planificación estratégica por la opinión de académicos en temas avanzados, rasgo que resulta patente en el proceso que siguió a la creación de la FAN, por ejemplo. La elevación de la SECyT al rango de Ministerio no produjo cambios apreciables en la política de nanotecnología, aunque se comenzó a incentivar desde el discurso la vinculación entre científicos y empresarios. Una iniciativa novedosa que se propuso lograr esta vinculación fueron los Fondos Sectoriales, a través de la conformación de consorcios asociativos público-privados, proceso que implicaba necesariamente un trabajo conjunto entre grupos de investigación y empresas. Por esta condición, la introducción del FONARSEC implicó la necesidad de desarrollar nuevas capacidades institucionales para gerenciar la compleja cooperación entre los

sectores público y privado, así como la selectividad sectorial de las políticas. Sin embargo, al ser un instrumento novedoso, se presentaron 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.

En este capítulo nos enfocamos en extraer las lecciones y enseñanzas más relevantes que dejaron los Fondos Sectoriales, a través del análisis de los nueve casos presentados en el capítulo anterior. Retomamos los interrogantes del capítulo previo, buscando determinar el impacto de estos proyectos en el área nanotecnológica y sobre la matriz productiva argentina. También volvemos sobre el objetivo, propuesto por el FONARSEC, de paliar la desvinculación entre sector científico y productivo. En este sentido es importante destacar que algunos autores señalan la ausencia de trabajos que incorporen una evaluación de impacto de los Fondos Sectoriales (Rubianes y Baptista, 2012; Carrizo, 2019). Al momento de cierre de esta tesis, el ex MINCyT no cuenta con un diagnóstico sobre los impactos emergentes de medio término de los resultados de los proyectos financiados por los Fondos Sectoriales y su traducción en la mejora de la competitividad de las áreas, líneas y cadenas de valor priorizadas en base a las recomendaciones de la Secretaría de Planeamiento y Políticas del ex ministerio. Teniendo en cuenta la falta de estudios de impacto de los Fondos Sectoriales, en este capítulo nos proponemos generar un aporte en este sentido.

Los interrogantes que guían este capítulo son: ¿pueden los Fondos Sectoriales ser considerados como una política tecnológica *mission oriented*?; ¿qué lecciones de política tecnológica se pueden extraer de los nueve casos presentados?; ¿cuál ha sido el impacto de los Fondos Sectoriales en el área de NyN?; ¿logró este programa cumplir con la meta de superar las debilidades históricas o, en todo caso, producir algún tipo de mejora en el plano de la vinculación entre sector público y el sector productivo?

La hipótesis que guía este capítulo supone que, 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 para los actores involucrados en su ejecución y en términos de acumulación de capacidades para el diseño de políticas y su impacto fue a nivel de producción de "casos testigo".

En este capítulo reconstruimos la trayectoria del FONARSEC en nanotecnología, pasando por su creación, su ejecución, las críticas de los beneficiarios y autocríticas de las autoridades y algunos balances y reflexiones sobre esta herramienta de política, buscando determinar sus fortalezas y debilidades. El capítulo se divide en dos secciones. La primera aborda el proceso de creación de los Fondos Sectoriales y la segunda el proceso de implementación y los resultados del FONARSEC, con especial énfasis en las dificultades y falencias de este instrumento. Concluimos el capítulo extrayendo del análisis de casos algunas lecciones de política tecnológica.

5.2. Creación del FONARSEC: inicios e intervención de los organismos internacionales de crédito

El FONARSEC, puesto en marcha en 2009, combinó los instrumentos de alcance horizontal con los sectoriales o focalizados en áreas estratégicas, tomando como antecedente y como modelo los Fondos Sectoriales constituidos en Brasil. A diferencia de Brasil, que financia cada fondo sectorial con impuestos específicos, los Fondos Argentinos Sectoriales lo hicieron a través de programas de financiamiento externo, con una contrapartida nacional proveniente del presupuesto (Del Bello, 2014: 58).[204] Según Del Bello (2014: 72), otras diferencias entre los

[204] Los fondos sectoriales de Brasil fueron introducidos en 1999, a partir de la creación *ad hoc* del Fondo Sectorial de Petróleo y Gas Natural (CTPetro) en 1997. Se trata de instrumentos para el financiamiento de proyectos de investigación, desarrollo e innovación. Actualmente, hay 17 fondos en sectores estratégicos o prioritarios de la economía, destacando los enfocados a promover el sector aeronáutico, de infraestructuras, de energía, de biotecnología y de la salud –en total 13 son sectoriales–, 2 fondos horizontales en áreas importantes para la I+D (infraestructura y cooperación universidad-empresa), 1 regional para la Amazonía y 1 transversal. Los fondos sectoriales extraen renta del sector privado y la destinan a formar fondos públicos para financiar la I+D en el propio sector a través de un mecanismo compartido de gestión entre representantes del sector privado, de los ministerios competentes y del mundo académico. El objetivo fundamental del fondo es garantizar

fondos sectoriales de Argentina y Brasil son que estos últimos, financiados con impuestos con afectación específica, permitieron superar el 1% de inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) respecto del PBI y, además en Brasil las autoridades políticas sectoriales participan en la definición de los lineamientos de política de cada fondo.

Los Fondos Argentinos Sectoriales fueron financiados parcialmente a través del BID y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), una de las cinco instituciones que integra el Grupo Banco Mundial (BM).[205] Como hemos mostrado en el capítulo anterior, el financiamiento del BIRF se destinó a los proyectos relacionados con las tres TPGs definidas en el plan *Argentina Innovadora 2020* –biotecnología, TICs y nanotecnología–, mientras que el préstamo del BID se concentró en los sectores de Agroindustria, Desarrollo Social, Energía, Salud, y Ambiente y Cambio Climático. El BIRF otorgó un préstamo de 150 millones de dólares (Préstamo BIRF Nº 7599-AR) para la puesta en marcha del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social, que fue financiando por un total de 225 millones de dólares, siendo la contraparte argentina de 75 millones, mientras que el

---

la estabilidad de recursos para algunas áreas específicas y crear un nuevo modelo de gestión con participación de varios segmentos de la sociedad; así como también busca promover una mayor sinergia entre las universidades, los centros de investigación y las empresas del sector productivo. Los recursos financieros provienen de diferentes sectores productivos, derivados de la recaudación a través de royalties, compensaciones financieras, licencias, autorizaciones, etc. según establece una ley específica por cada fondo. Según la FINEP, desde su implementación los Fondos Sectoriales se han transformado en el principal instrumento para impulsar el Sistema de Ciencia Tecnología e Innovación del Brasil. Estos instrumentos permitieron la implementación de varios proyectos científicos y tecnológicos, los cuáles impulsaron la generación de conocimiento y permitieron el traspaso de este hacia las empresas. Los proyectos conjuntos estimularon una mayor inversión en innovación tecnológica por parte de las empresas, contribuyendo a la mejora de productos y procesos y, equilibrando la relación entre inversión pública y privada en ciencia y tecnología (Emiliozzi *et al*., 2009: 105-106; Buainain *et al*., 2014; Rivas, 2014).

[205] El Grupo Banco Mundial está integrado por el BIRF, la Asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC), el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA), el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI). El Banco Mundial proporciona financiamiento, asesoría sobre políticas y asistencia técnica a los gobiernos de los países en desarrollo. La AIF se concentra en los países más pobres del mundo, en tanto que el BIRF otorga asistencia a los países de ingreso mediano y los países pobres que tienen capacidad crediticia. Por su parte, el IFC, MIGA y CIADI, en teoría, se concentran en el fortalecimiento del sector privado en los países en desarrollo. A través de estas instituciones, el Grupo Banco Mundial proporciona financiamiento, asistencia técnica, seguros contra riesgos políticos y mecanismos de solución de diferencias a las empresas privadas, incluidas las instituciones financieras. Para más información ver: https://www.bancomundial.org/es/who-we-are (Consultado el 1/10/2018).

BID aprobó un préstamo de 136,5 millones de dólares (Préstamo BID Nº 2180/OC-AR) para poner en funcionamiento el "Programa de Innovación Tecnológica I" (PIT I), que se financió por un total de 155 millones de dólares, siendo la contraparte argentina 19 millones (Lengyel et al., 2014).

Los préstamos del BID y el BIRF a Argentina se dan en un contexto de incorporación de nuevos instrumentos para la promoción de la investigación científica y la innovación tecnológica local. En la década de 1990 se produjeron modificaciones en los sistemas institucionales y en los organismos de regulación, definición y coordinación de políticas de ciencia y tecnología, incorporándose nuevos instrumentos para la promoción de la investigación científica, momento en el cual jugaron un importante rol los organismos internacionales de crédito –con especial protagonismo del BID– por medio de asistencia técnica para el diseño y ejecución de los programas y su financiamiento. Estas políticas horizontales se orientaron hacia la demanda, destacando el FONTAR y el FONCyT como mecanismos centrales de la ANPCyT, creada también en esta década (Porta y Lugones, 2011: 9).[206]

El FONARSEC, en cambio, buscó definir objetivos precisos, bajo un enfoque más sistémico, tratando de ampliar y diversificar la cobertura de los posibles beneficiarios. Porta y Lugones (2011: 10) sostienen que los Fondos Sectoriales deben ser entendidos como parte de un proceso de evolución de las políticas de ciencia y tecnología y de un proceso de aprendizaje institucional. Aludiendo a ello, sobre los inicios del FONARSEC, Isabel Mac Donald, que fue directora del fondo,

[206] El BID fue la principal fuente de financiamiento internacional para proyectos orientados a actividades de ciencia y tecnología en América Latina desde los sesenta. Desde los años noventa, Argentina fue el mayor tomador de créditos del BID de la región. Desde el año 1966 hasta el 2015 recibió diez préstamos, de los cuales siete se firmaron luego de 1993. El BID, que según Aguiar y Aristimuño (2018) había modificado su enfoque sobre el fomento a la ciencia y tecnología –de un enfoque lineal ofertista pasó a uno centrado en la demanda– desempeñó un papel clave en Argentina en los años noventa a través de la financiación del Programa de Modernización Tecnológica (PMT). El PMT I fue establecido en 1993, dando lugar a la creación del FONTAR, mientras que el PMT II fue establecido en 1999 dirigido a financiar los programas de la ANPCyT, destacando el FONCyT y el FONTAR. En 2006 fue lanzado el PMT III, que en 2009 fue continuado a través del Programa de Innovación Tecnológica (PIT), que se encarga del financiamiento de los Fondos Sectoriales. Posteriormente, el PIT II fue lanzado en 2011 y el PIT III en 2012. Para un análisis del rol del BID en las políticas de ciencia y tecnología en Argentina en los años noventa, ver Aristimuño et al. (2018).

comenta: “Nadie sabía cómo iba a salir esto. Fue una experiencia que en lo personal fue apasionante, porque no se había hecho nunca”. Y agrega que “aprendimos un montón, fue un proceso muy enriquecedor para todas las partes que intervenimos” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

Desde la negociación que dio origen a los Fondos Sectoriales, se contempló su financiamiento a partir de préstamos del Banco Mundial y del BIRF. Este proceso debe ser entendido y dimensionado en base a su contexto. 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 surgen 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). Según algunas visiones, la predominancia del financiamiento internacional en las actividades de ciencia y tecnología nacionales obstaculiza procesos de decisión totalmente autónomos a través de la participación del Tesoro de la Nación, dado que “no por nada, en varios países del mundo, las biotecnologías, nanotecnologías y las TICs fueron ‘detectadas’ como prioridades nacionales” (Vila Seoane, 2014: 80). En este sentido, Vila Seoane añade que, en el marco de su investigación, “en off varios entrevistados señalaron esta decisión como una forma pragmática de no depender de la veleidad política para financiar el área” y por el contrario otros señalaron “una clara evidencia de falta de soberanía y de una verdadera política de Estado de CTI. No poder definir las prioridades por cuenta propia sin el aval de tales organismos es una sutil relación de dependencia” (Vila Seoane, 2011).

En el caso de la nanotecnología, como vimos en el capítulo 1, la influencia de los organismos internacionales para determinar la nanotecnología como un área "prioritaria" fue central. Así, si bien es visible el grado de influencia de los organismos internacionales en la definición de sectores estratégicos –como la nanotecnología–, 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, aunque algunos fragmentos citados pueden aportar al debate. De este modo, consultada sobre la posibilidad de que los organismos internacionales de crédito condicionen la agenda científico-tecnológica local, la directora del FONARSEC comentó que "no hubo problema con respecto a los montos. O sea, los proyectos podían ser hasta un techo de costo total de 10 millones de dólares", añadiendo que "hay un mito que es hasta dónde los bancos te exigen. El banco te exige que gastes la plata que te dio, el margen de negociación es grande y depende de las capacidades". Ahora bien, "si vos le dejas hacer a los bancos, después tenés que hacer lo que el banco quiere", pero "hay un mito de condicionamiento" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

En cuanto a las dinámicas de negociación con el BM y el BID para implementar el FONARSEC, Mac Donald agregó que inicialmente los bancos "no querían hacer proyectos de petróleo" y "ahora pusimos petróleo", en relación con "detección de fuentes secundarias de petróleo". Explicó también que los únicos condicionantes que ponen los organismos de crédito son los temas relacionados "con la industria de la defensa, energía atómica, por ejemplo". Es decir, si bien la CNEA puede participar en todas estas cosas, no lo puede hacer en el desarrollo de tipo bélico, "pero sí en el desarrollo que tiene que ver con salud, con desarrollo de láseres, de satélites, para el clima, para todo ese tipo de cosas, en general". Además, relató que hubo discusiones con el BM acerca del "modelo de financiamiento de las EBT", dado que este ofreció poner facilitadores de flujo de proyectos (FFP), que eran consorcios creados para gestionar el presupuesto asignado a las EBT:

> “En un país sin EBT, sin desarrollo tecnológico, vos le repartís la plata así a los facilitadores y al día siguiente cambiaron de domicilio y no los encontrás más. Les dijimos que no […]. Que era un modelo nuevo que no se había hecho en ningún país. El BM nos lo reconoció en las últimas reuniones que estamos haciendo. Fue un desastre, en el medio el facilitador termina queriendo atribularse [sic.] a las EBT, no sirven para nada los facilitadores en las EBT. […] Hay algunos que son buenos, y eso funciona. Pero los otros facilitadores se terminaron cayendo, esa fue una negociación que terminamos ganando al BM. Le dijimos ‘ahora que el gobierno crea aceleradoras, veamos si funcionan. Si funcionan se las pasamos a las EBT, y si no les ponemos unidades administradoras porque manejar desde acá el puntaje de gastos que puede tener un EBT es muy difícil’. […] las últimas EBT que estamos financiando ahora se les da 6 millones de pesos. Si vos mirás el financiamiento latinoamericano, cualquier país, lo que financia para nuevas *startups* y demás, en ningún caso se llega a un monto como este. 6 millones de pesos son más o menos 400 mil dólares 350 mil dólares. Cuando empezamos con los 2 millones y medio de pesos, eran casi 800 mil dólares” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

Los montos de financiamiento para las EBT fueron otro tópico de discusiones en la negociación entre los actores locales del ámbito de ciencia y tecnología y los funcionarios de los organismos internacionales, ya que los bancos proponían un financiamiento de 5 mil dólares por cada EBT. Cuenta Mac Donald que fueron a ver al responsable y le plantearon que por ese monto no continuarían; y terminaron cediendo, porque “desarrollar novedades que tengan innovaciones realmente de intensidad tecnológica alta no se hace con 2 pesos”. Entonces, “eso también lo sacamos bien con el banco” y “en los temas que se seleccionaron nunca hubo discusión. Cuando no querían financiar petróleo, insistimos, insistimos y logramos que entrara petróleo y gas”. Así, “lo único que quedó afuera es industria bélica”. Y concluye: “Nosotros los argentinos tenemos la capacidad de hacer bastante más de lo que nos condicionan. Nos pasarían menos cosas si no nos auto limitáramos tanto,

y saliéramos a pelearla un poco más con más intensidad" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

En esta misma línea, otros actores como Juan Carlos Del Bello,[207] 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 el país quiere ir. Es decir, el modelo de país al que se apunta. Así que 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 el contexto (Carrizo, 2011: 126). En relación a la imbricación existente entre las políticas de ciencia y tecnología y los organismos internacionales de crédito, el mismo actor señaló que la trayectoria de los instrumentos de apoyo a la innovación en Argentina siguió la evolución del pensamiento de los organismos internacionales de crédito, tendencia que es particularmente evidente en el caso del BID. En efecto, así como el BID contribuyó a consolidar al CONICET y, con ello, el enfoque basado en el "modelo lineal de innovación" a través de sus préstamos a este organismo (Prestamos BID I y BID II), posteriormente, el BID evolucionó hacia el enfoque de la vinculación entre oferta y demanda tecnológica hasta asumir el enfoque del "Sistema Nacional de Innovación" (SNI) como marco teórico y metodológico (Del Bello, 2014: 76). Sin mayor información empírica que nos respalde, dejamos pendiente para futuras líneas de investigación el análisis del grado de influencia que los organismos internacionales de crédito tienen en relación a las políticas e instrumentos de política implementados por el MINCyT, en este caso, el FONARSEC.

5.3. Implementación y resultados del FONARSEC

[207] 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).

5.3.1. Determinación de las líneas prioritarias, resistencias internas y dificultades

El proceso de diseño e implementación de los Fondos Sectoriales requirió un 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 (Carrizo, 2019: 124; Rubianes y Baptista, 2012 y Lengyel et al., 2014). Esto refiere a los Núcleos Socio-Productivos Estratégicos (NSPE), delimitados en el plan *Argentina Innovadora 2020*, y las temáticas que promovió el FONARSEC. En el caso de nanotecnología, este 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), aunque las líneas prioritarias que definió el Fondo Sectorial de Nanotecnología fueron: nanoarcillas, aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica –del área de desarrollo Nanomateriales–; nanoencapsulados –del área de desarrollo Nanointermediarios–; y MEMS –del área de desarrollo Nanosensores– (Disposición Nº 002/10), evidenciando la falta de coordinación entre las mismas. Según Lengyel et al. (2014), se esperaba que, luego de la puesta en marcha del plan *Argentina Innovadora 2020* en 2012, las convocatorias de los Fondos Sectoriales, que comenzaron en 2010, fueran guiadas por los NSPE identificados. Sin embargo, esto no ocurrió, ya que las convocatorias siguieron orientándose según los perfiles de propuesta elaborados por la Secretaría de Planeamiento y Políticas del MINCyT que no reflejaban, precisamente, los NSPE (Carrizo, 2019: 142-143).

Aunque, mediante una cita de la directora del FONARSEC, en el capítulo anterior, señalamos que la determinación de las temáticas a promover por el FS Nano no se realizó en base a necesidades o demandas productivas nacionales, sino que el

criterio estuvo más orientado en base a líneas de investigación científica. A pesar de ello, las políticas que promovieron la nanotecnología desde el 2003 nunca establecieron definiciones claras de prioridades a nivel nacional, por lo que las líneas que promovieron los Fondos Sectoriales operaron como una suerte de orientación en ese sentido. Las consultorías realizadas por la consultora Juan Sommer & Asociados para definir las líneas a promover en la convocatoria FS Nano definieron cuatro subsectores prioritarios, entre los cuales estaban la nanoelectrónica, la nanomedicina y nanobiotecnología, los nanomateriales y la energía y medio ambiente. En estos subsectores fueron identificadas doce líneas de trabajo más precisas y acotadas, consideradas "de mayor importancia en nuestro país" (Sommer, 2009).[208] Por consiguiente, la nanomedicina figura como una línea a promover según las consultorías y también, como una línea prioritaria según el plan *Argentina Innovadora 2020* (MINCyT, 2012: 67), aunque su incidencia en los proyectos financiados en el marco los Fondos Sectoriales fue escasa –tiene presencia en un proyecto solamente, vinculado a fármacos–, algo que coincide con la opinión de una entrevistada que investiga el área (ver capítulo 2).

Por otra parte, el proceso de implementación de los Fondos Sectoriales no estuvo exento de dificultades, dada la carencia de experiencia previa en el diseño de este tipo de instrumento (Rubianes y Baptista, 2012: 7). A este respecto, 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 dificultades en el plano administrativo y de gestión, descritas en el capítulo anterior, que enfrentaron los beneficiarios. La cita que sigue es reveladora al respecto:

> "Adentro ha sido complejo porque fuerza a cambiar el modelo […] y eso en el Estado es un desafío complicado. Hacer cambiar el modo de accionar en

[208] Estas líneas identificadas fueron: Pinturas con nanoplata; Nanomedicinas basadas en drogas conocidas y aprobadas; Remediación de clorados del tipo PCb`s (bifenilos policlorados), MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems, Sistemas Micro Electromecánicos), Nanobaterias; Nanobiosensores, Nano SED (sistema de entrega de drogas); Olfatometria electrónica (Narices electrónicas); Nanotelas microencapsuladas con sustancias activas (como insecticidas); Nanoceldas de combustible; Nanomedicinas basadas en nuevas drogas; Nanoprocesadores de cómputo (Sommer, 2009).

> el modelo administrativo y formas de trabajo. Fue una resistencia terrible […] acá en el organismo mismo. Por ejemplo, con el INTI, con el INTA la cantidad de dramas que hemos tenido. […] En ese sentido trabajamos mejor con el sector universitario. Del sector universitario trabajamos mejor con la Universidad del Sur, con la UNSAM. Con la Universidad de Córdoba tuvimos problemas, con la Universidad de Buenos Aires tuvimos problemones, que todavía estamos arrastrando. Con el INTI problemones, con el INTA los seguimos aggiornando. […] tuvimos problemas con las instituciones públicas" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

Mac Donald comentó que las dificultades administrativas fueron de enorme magnitud por la costumbre de los beneficiarios del sector público de manejase administrativamente según los reglamentos de la institución a la que pertenecen. Así, "en lugar de hacer las cosas con las normas de los bancos, las hacían con las normas de la universidad" y "cuando las querían rendir no entraban" porque "lo habían pagado con montos propios y no utilizando el subsidio". Entonces, fue "una falta de disciplina, de organización enorme, de registrar normas":

> "Tengo en general muy buena relación con la gente del sector, entonces los sentaba y hablaba con ellos y fue un tema serio de resistencia. Pero el problema era cuando les decías '¿Qué les molesta?' 'No puede ser que se tarde tanto tiempo en evaluar una cosa'. Pero se tarda mucho tiempo porque no leen todas las consignas y las hacen mal. […] Entre los chicos míos había muchas rotaciones. No eran precisamente iluminados. Estoy consciente de eso. Porque se les pagaba muy poco porque éramos un fondo que no estaba dentro de la estructura municipal. Ahora van a ser dos años que está [el fondo en la estructura]. Entonces, era una cosa que tenía un prestigio bárbaro afuera, pero nosotros adentro sabíamos que no existíamos. Teníamos un grupo de gente muy pequeño. Y a la gente, cuando la entrenábamos en hacer esas cosas, que son complicadas y, la gente lúcida que aprendía en seguida se la llevaban de la Sindicatura de la Nación, de la CNEA, de cualquier lado, el Ministerio de Economía, la CONAE. Me llamaban y me pedían disculpas,

pero se la llevaban. Claro, les pagaban el doble a los chicos, entonces no podíamos hacer nada" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Entonces, "entre los chicos que se salteaban cosas al revisar y los investigadores que no pusieron tales cosas, les salían mal". Por lo que, "lo volvían a mandar con dos o tres correcciones y los pibes se habían olvidado de dos, al final los agarraba yo para revisarlo y evitar que se armara tanto lío. Hace mucha falta entrenamiento en esto". En los FONARSEC "no se podía hacer ninguna compra directa, las compras se hacen por concurso de precios o licitaciones nacionales o licitaciones internacionales, todo según los montos. Cumplir con todo eso, no sabes lo que costaba". Los investigadores habían trabajado previamente con proyectos PICT, cuenta Mac Donald, y se los gestionaban las UVTs, "entonces venían y te decían 'hasta ahora nunca tuve problema, hice las cosas así.'". En este eje de dificultades administrativas y burocráticas estuvieron las "universidades tradicionales" y "las nuevas", que son las "las que más se adaptaron". Con el INTI se realizaron numerosas reuniones, explica, y además había frecuentes cambios de autoridades, como jefes de departamentos. Según Mac Donald el manejo administrativo con las instituciones públicas "realmente fue grave", por lo que "hubo problemas, en general, con todo lo que fuera público y no hubo problemas, en general, con las empresas" dado que "las empresas no dan tantas vueltas porque están acostumbradas a manejarse con números, con papeles, con consignas, con regulaciones" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Las críticas más fuertes de los beneficiarios giraron en torno a, por un lado, las dificultades administrativas y de gestión y, por el otro, respecto a la pérdida de poder de compra del CAPP frente a devaluaciones del peso argentino respecto al dólar estadounidense, dado que los proyectos se financiaban en pesos. Incluso, algunos entrevistados llegaron a sostener la idea de dolarizar los montos de los proyectos sectoriales. En referencia a estas críticas, Mac Donald explicó que "no tenemos opción más que pesificar. No es una decisión del FONARSEC, sino del Estado Nacional". Según ella, el problema estuvo en que el sector científico "no puede

aceptar que los proyectos puedan terminar en el plazo que dicen". Mientras que los PICT son de tres años y se terminan en cuatro, en caso del FONARSEC, es diferente: "Si vos decís que el proyecto tiene que terminar en tres años, lo tenés que terminar y si no lo terminas, arréglate. Los fondos se te licuan". Frente a las críticas a la devaluación del peso argentino agregó que, pese a ser cierto, "la devaluación que tenían que tener estos proyectos por el tiempo de ejecución era una, la del 2014. Todo lo demás fue muy escalonado" y "en el 2014 estos proyectos tenían que haber estado terminados". Sin embargo, debido a los atrasos en las compras de equipos, los proyectos no estaban finalizados. En este sentido, "Las empresas terminaban de gastar y faltaba terminar de gastar los fondos públicos". Los retrasos en la ejecución de los gastos por parte del sector público, Mac Donald los atribuye a que históricamente instituciones como el CONICET "prohibían gastar la plata nacional alegremente" y el organismo "nunca terminaba de ejecutar su presupuesto". Entonces, "esos hábitos, que son malos hábitos, son los que después terminan conspirando contra la ejecución de los proyectos". En cambio, para las empresas la parte administrativa no representó tantos inconvenientes como para el sector científico porque las empresas "tienen que rendir un balance, tienen impuestos que pagar" y "no les conviene perder tiempo, si se metieron en algo, lo hacen". Aunque se quejaron "cuando tuvieron todos los problemas que hubo por el tema de las importaciones, cuando había que presentar la DJAI.[209] Con los bienes de capital tuvieron muchos problemas que son ajenos a nosotros, pero en general la ejecución presupuestaria de las empresas era buenísima" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

5.3.2. Casos FS Nano

En este apartado nos centramos en los aprendizajes y los aportes que dejaron los nueve proyectos en nanotecnología, considerando sus fortalezas y debilidades.

Por un lado, los tres proyectos considerados como de mayor éxito según el Banco Mundial y el MINCyT/ANPCyT fueron tres: el Nanopoc, cuyo objetivo fue el

[209] Las DJAI fueron implementadas en 2012 por el ex secretario de Comercio, Guillermo Moreno, para reducir el peso de las importaciones en la balanza comercial.

desarrollo de un dispositivo aplicable al diagnóstico de enfermedades infecciosas que afecten a la salud humana y animal, cuya versión del prototipo fue desarrollada; el NanoAR, que se propuso desarrollar productos –principalmente tubos plásticos para la conducción de petróleo– a partir de materiales basados en matrices poliméricas, mediante el agregado de nanoarcillas modificadas, en el que también fue desarrollada la versión del prototipo; y la plataforma tecnológica para el desarrollo de nanotransportadores biológicos para fármacos para terapias oncológicas, proyecto que continúa desarrollándose debido al interés comercial de la empresa Eriochem, involucrada en el mismo. Veamos en detalle cada uno de estos casos.

En el proyecto Nanopoc, integrado por dos centros del INTI, el IIB y tres empresas, se llegó a desarrollar el prototipo del kit de diagnóstico de enfermedades infecciosas. Las fortalezas en este caso fueron la existencia de una relación previa de trabajo entre INTI y el IIB, el manejo de las cuestiones administrativas y burocráticas centralizado en el IIB –aunque la compra del equipamiento patrimoniable recayó sobre cada una de las instituciones responsables, teniendo el INTI grandes dificultades en este sentido–, y el trabajo de las partes públicas en forma simultánea, independiente y paralela –aunque hubo ciertas complicaciones y dificultades, ya que cada institución avanzaba a su ritmo, lo que generó algunas demoras–. Por su parte, los desafíos fueron lograr “armonizar un lenguaje en común” entre los investigadores que integraron el proyecto con diferentes formaciones profesionales, mientras que las dificultades se concentraron en el plano productivo, dado que una de las tres empresas perdió interés en el desarrollo comercial del Nanopoc, que era la única etapa que requería la participación de las empresas, ya que no tuvieron participación durante el desarrollo del prototipo durante el proyecto. Además, las empresas tuvieron poca interacción entre ellas, dado que en el proyecto se trabajó con las empresas por separado. Es decir, el IIB trabajó de manera más cercana a las empresas Biochemiq y Agropharma y el INTI hacía lo propio con Aadee. Sin embargo, la interacción entre el INTI y Aadee fue bastante cerrada, ya que al momento de transferirle el INTI a la empresa el proceso productivo del Nanopoc fue a través de un manual. En términos de Nonaka y

Takeuchi (1995), la transferencia tecnológica a través de un manual sólo transfiere el conocimiento codificado, que puede transmitirse a través de lenguaje formal y sistemático, dejando afuera el conocimiento tácito, que es personal, específico y difícil de formalizar y comunicar. Amsden (2001) agrega que la naturaleza de la tecnología hace que el conocimiento sea difícil de adquirir porque las propiedades de una tecnología no necesariamente pueden estar completamente documentadas. La optimización del proceso de producción y la especificación del producto siguen siendo un arte y la gestión de las habilidades que comprenden tal arte son más tácitas que explícitas (Amsden, 2001: 5).

A pesar de las dificultades que atravesó este proyecto, acabó en el desarrollo del prototipo del Nanopoc, la conformación de una plataforma tecnológica para diagnósticos basada en el uso de nanotecnología integrada a bio y microtecnologías, la creación de una empresa de base tecnológica enfocada en la elaboración de reactivos de diagnóstico para la medicina humana y veterinaria que se encuentra incubada en la FAN, la ampliación del equipamiento científico-tecnológico en las tres instituciones públicas, la formación de recursos humanos, el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre investigadores con diferentes formaciones profesionales, la apertura de nuevas líneas de investigación y la elaboración de trabajos académicos como artículos de investigación y asistencias a congresos. Si se tiene en cuenta que el FONARSEC se propuso lograr la vinculación entre el sector científico y productivo, entonces la creación de la empresa Chemtest es un punto relevante, ya que su funcionamiento involucra el trabajo entre algunos investigadores de la UNSAM y algunos miembros de la empresa privada Biochemiq.

El proyecto es considerado uno de los tres más exitosos por el BIRF y el MINCyT-ANPCyT, dado que cumplió lo que se propuso inicialmente, desarrollar los prototipos del dispositivo para diagnóstico de enfermedades infecciosas. Sin embargo, por lo menos hasta fines de 2017 –momento en que se llevaron a cabo las entrevistas a los actores para esta investigación–, el Nanopoc no estaba siendo comercializado, ni ninguna empresa lo estaba desarrollando. La comercialización del dispositivo –o la falta de ello– no fue parte de la evaluación ni de ANPCyT-

MINCyT ni del BM, porque los Fondos Sectoriales fueron diseñados como instrumentos que cubrían hasta la etapa pre-comercial y, por tanto, la etapa de comercialización no estuvo contemplada, dejando afuera, de esta forma, la posibilidad de recuperar la cuantiosa inversión estatal.

La responsable de los Fondos Sectoriales, sobre este caso comentó que “fue brillante lo que hicieron” y que “hay empresas del exterior interesadas en comprar el dispositivo”, pero que “el INTI no lo quiere ceder” y “lo quiere utilizar para hacer servicios”. Según Mac Donald este caso permite visibilizar “el grado de ridiculez”, dado que se cuenta con “un producto que puede ser escalado, que tiene demanda internacional y es de utilidad amplia en el sector salud, y la gente del INTI quiere quedárselo para ofrecer servicios y entonces embolsarse la plata de los investigadores, porque un porcentual de lo que se paga en servicios va al sueldo del investigador”. Y agregó que por este proyecto llegó a comunicarse con el responsable de Comercio Internacional “para decirle que saquen ese proyecto de ahí, que se puede producir a escala”, es decir, desvincular el dispositivo del CAPP, pero que finalmente “no sale del INTI”. En este sentido, sostuvo que cuando las partes se decidan a comercializarlo, “va a ser obsoleto”, la tecnología “en cuatro años se queda obsoleta” y si no se actualiza “poniendo recursos para mejorarla, cuando lo quieras vender no sirve para nada”. Mac Donald remarcó que se comunicó con todos los protagonistas del CAPP, pero que “nadie hizo nada”. Por ejemplo, con el Rector de la UNSAM y con el investigador que dirigió el proyecto, cuya respuesta fue que el INTI no es comerciante. Ahora bien, “entonces no hubieran debido jamás presentarse a este proyecto”. Sobre el mismo punto agregó que “hubo otro desarrollo de TICs” donde se desarrollaron “un montón de cosas”, pero que no llegó a comercializarse, dando “la casualidad de que en los dos casos está metido el INTI. Para mí no es ninguna casualidad. Esos proyectos terminan siendo casos bastante testigos, bastante testimoniales”. Finalmente, sobre las empresas que integraron el CAPP explicó que no son las que pueden escalar el prototipo porque, al ser chicas, tendrían que hacer fuertes inversiones (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Por su parte, otro de los tres proyectos seleccionados por los bancos y por la ANPCyT/MINCyT como los “más exitosos” fue el proyecto NanoAR, que se propuso desarrollar productos –principalmente tubos plásticos para la conducción de petróleo– a partir de materiales basados en matrices poliméricas, mediante el agregado de nanoarcillas modificadas. El NanoAR reunió dos centros de investigación del INTEMA (UNMdP) y cinco empresas, la mayor cantidad de empresas en un CAPP de nanotecnología. Sin embargo, la dificultad más fuerte que atravesó el proyecto fue la escasa participación empresaria, además de las dificultades administrativas y burocráticas características de estos proyectos –retrasos en las compras de los equipos y devaluación del peso–. La empresa que más participó en el desarrollo de los productos fue Gihon, que ya contaba con experiencias previas de interacción con grupos de investigación, por lo que el vínculo entre academia e industria no fue generado desde cero, dado que el director del Área de Investigación y Desarrollo de Gihon, Alberto Chevalier, es profesor de la UNMdP. En este proyecto participó YPF, aunque su participación se redujo a indicar especificaciones para llevar a cabo el desarrollo de los tubos plásticos para la conducción de petróleo y luego realizar pruebas en campo de los mismos. En este caso, a fines de 2017, tampoco se estaban comercializando los productos desarrollados, pese a que los prototipos finales habían sido fabricados, cuestión que recae sobre YPF como destinatario final. Los resultados del NanoAR fueron la adquisición de nuevo equipamiento en el INTEMA, la formación de recursos humanos, la publicación de trabajos de investigación y presentaciones en congresos.

El último de los tres proyectos seleccionados como los “más exitosos” por los bancos y por la ANPCyT/MINCyT es el titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”. En este caso, el objetivo fue una plataforma tecnológica para el desarrollo de nanotransportadores para fármacos para ser utilizados en terapias oncológicas, donde intervinieron el Centro de Medicina Comparada de la UNL y dos empresas. A diferencia del Nanopoc y el NanoAR, donde la participación de las instituciones públicas fue esencial para su ejecución, en este caso una empresa privada fue la

que lideró el CAPP. Eriochem, una empresa farmacéutica, llevó adelante el proyecto, siguiendo un objetivo propio, que fue el desarrollo de un nanotransportador para medicamentos oncológicos. Otra diferencia con los casos anteriores es que, durante el proyecto, las tres partes trabajaron sinérgicamente y, pese a las dificultades en el plano burocrático y administrativo, este finalizó con resultados prometedores para Eriochem, que actualmente continúa trabajando para llevar al mercado el fármaco generado. 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, a través de la consolidación de la infraestructura y la incorporación de equipamiento necesario, alcanzando, de esta forma, los objetivos que se había propuesto inicialmente y llegando a consolidar vínculos de trabajo entre los investigadores y los empresarios. 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 y desde Eriochem sostuvieron que su objetivo sigue siendo llegar al mercado, independientemente del tiempo que requiera. Por sus características, este caso 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 cambio de siglo, con el lanzamiento de la NNI estadounidense. Es decir, Eriochem hizo uso del FONARSEC orientándolo a sus necesidades productivas y comerciales.

Ahora bien, en contraste con estos tres casos, otros proyectos atravesaron graves dificultades explicadas principalmente por las complicaciones administrativas y burocráticas. Es el caso del proyecto titulado “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”, cuyo objetivo fue desarrollar una plataforma tecnológica para la industria metalmecánica, y que, a fines de 2017,

no se encontraba finalizado. El proyecto reunió un instituto de la UBA –que lideró el CAPP–, a ADIMRA y dos empresas. Su objetivo primario fue la adquisición de equipamiento y, en segunda instancia, la formación de recursos humanos, buscando con ello conformar una plataforma tecnológica que acerque la nanotecnología a la industria metalmecánica. Transcurridos los cuatro años de extensión del proyecto, éste aún no se encontraba finalizado. 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 a través del proyecto entre el grupo de investigación con otras empresas interesadas dentro del área de la metalmecánica. Aunque, el objetivo de la generación de la plataforma tecnológica estaba lejos de lograrse, dado que la parte fundamental –que son los equipos– estaba incompleta. 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 –algunos equipos científico-tecnológicos se encontraban ahí a fines de 2017–, aunque el proyecto se frenó debido a la devaluación, que 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 secretario de Ciencia y Técnica de la FIUBA y el investigador a cargo de la dirección de este proyecto.

Sobre este punto, Mac Donald comentó que se trata de un caso testigo, donde la interna política muestra “hasta donde llega el cachivache en el sector”, explicando que el secretario de Ciencia y Técnica de la UBA “quería un equipo que donó a Argentina la Comunidad Económica Europea en el marco del Programa Nanopymes”, pero “toda la plata del crédito la habíamos gestionado nosotros, el MINCyT y la contraparte de ese crédito era nuestra”. El aporte argentino que había hecho Nanopymes era crédito del Banco Mundial y “la UBA no puso un peso”. Como resultado, hubo una discusión por ese equipo y “yo fui a negociar y les dije ‘El equipo es del CONICET, si le pertenece a alguna institución es a la gente de CONICET del

INTECIN, pero no puede quedárselo patrimoniado la UBA'". Al plantear eso, el secretario de Ciencia y Técnica "se enojó y dijo 'No les voy a dejar que el Rector firme', y todavía está ahí". Además, agregó que el proyecto atravesó complicaciones desde su inicio, dado que una de las empresas que iba a integrar el CAPP decidió retirarse, debiendo realizar todo el proceso administrativo nuevamente con otra empresa. Además, la cámara empresaria ADIMRA cambió de presidente y el nuevo presidente "no quería firmar y hubo que llamarlo, hacer reuniones, explicarle por qué era interesante y entonces lo firmaron" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

En síntesis, 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 lejana. Otra característica relevante de este caso es que la parte pública fue 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. La empresa CT Electromecánica participó solamente con la esperanza de llegar a vender 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 no coincide con el objetivo principal del FONARSEC, que era el desarrollo de nuevos productos que tengan como base la nanotecnología.

Por su parte, el proyecto titulado “Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies funcionales”, cuyo objetivo fue la creación de una plataforma tecnológica para posibilitar el diseño, construcción, caracterización y escalado de superficies funcionales mediante la utilización de nanopartículas metálicas y no metálicas, para crear nuevos productos y procesos o mejorar los existentes, también atravesó serias dificultades en el plano burocrático-administrativo que generaron consecuentes retrasos en las compras de equipos –que no contemplaron fallas en el funcionamiento de estos– y en la pérdida del poder de compra del CAPP a través de la devaluación. El proyecto integró a un grupo de CNEA y uno de la UBA y dos empresas relacionadas a cada uno de los grupos de investigación, respectivamente. La existencia de vínculos previos con ambas empresas posibilitó su participación activa en el proyecto, aunque éste se dividió en dos subproyectos enfocadas en dos temáticas: la obtención del aluminio anodizado funcional –que involucró al INQUIMAE-UBA y la empresa Laring– y la mejora de los cauchos mediante la nanotecnología, confiriéndole propiedades antiadherentes y auto-desmoldantes, que involucró a la CNEA y la empresa Rhein Chemie. Hacia fines de 2017, los resultados fueron el desarrollo de cristales fotónicos, que dio origen a una patente, aunque no se logró alcanzar el anodizado de color blanco. Además, Laring obtuvo la instalación de una planta piloto para realizar pruebas y ensayos en su fábrica, además de aprendizajes técnicos para la empresa. Por su parte, Rhein Chemie no había logrado la instalación de una planta piloto –atribuida por el investigador a los procedimientos en CNEA que, según él, no apoyaron el proyecto como debían haber hecho– y en cuanto a los materiales para mejorar los cauchos, no se logró por problemas técnicos, aunque se desarrollaron productos colaterales del interés de la empresa. Otros resultados fueron la formación de recursos humanos especializados en la resolución de problemas para la industria, la adquisición de equipamiento para las instituciones públicas, la publicación de trabajos de investigación, la apertura de nuevas líneas de investigación y trabajo –como el litio–, el aprendizaje del diseño y armado de una planta piloto y el conocimiento adquirido durante la ejecución del proyecto.

El proyecto “Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica”, enfocado en el desarrollo de materiales magnéticos para núcleos magnéticos e imanes, integró a un grupo de la FIUBA, el Centro de Mecánica del INTI, la Universidad Católica de Salta y dos empresas. El vínculo existente entre el grupo de FIUBA y una de las empresas hizo posible la conformación del CAPP y, como resultado, el proyecto permitió una gran adquisición de equipamiento científico-tecnológico para las instituciones públicas, la instalación de una planta piloto en la FIUBA, la generación de contactos entre las instituciones públicas con otras empresas interesadas, el fortalecimiento del trabajo entre grupos de investigación con empresas y el desarrollo de los materiales magnéticos en su versión de prototipo. Sin embargo, un equipo adquirido a una empresa española se descompuso en 2016, frenando la producción industrial de los materiales magnéticos por parte de las empresas. Hacia fines de 2017 aún no se había resuelto el problema y la máquina seguía sin funcionar.

Sobre este caso, la directora del FONARSEC comentó que el proyecto “tiene sus cosas interesantes y su desarrollo lo hicieron” pero “se les rompió una de las máquinas”, ante lo cual debía responder la garantía de la empresa proveedora del equipo. Desde FIUBA indicaron que “por ahí no se fijaron bien”, pero “no es un problema que ya nos afectara a nosotros”. Desde el FONARESEC les indicaron que el mismo CAPP debería resolver el problema y que “no puede ser que todo tenga que venir del Estado”. Además, agregó que durante el transcurso del proyecto hubo fuertes discusiones con este CAPP en lo concerniente a recursos humanos, “porque les pagamos gente para que fuera a entrenar a las empresas y les dijimos que queríamos que la gente se quedara en las empresas”, pero el consorcio intentó pedir personal de la Carrera de Personal de Apoyo del CONICET. Entonces, “le vamos a hacer servicios gratis a la empresa porque participa, ¿le vamos a pagar personal del Estado para que se quede dentro de la empresa?” La respuesta fue negativa, explica Mac Donald, “yo me voy a ocupar personalmente de que el CONICET no les asigne esos cargos”, porque es la empresa la que “tiene que poner recursos si quiere que la gente se quede. Nosotros se la pagamos por el tiempo del proyecto. Si para que permanezcan, el Estado les tiene que dar cargo de planta, francamente

es un absurdo. Eso no se hace en ningún país del mundo. Solamente acá se quiso hacer". Aunque, "en todo lo demás sí avanzaron, porque el equipo científico es bueno", pero "como les vendieron el proyecto a las empresas, las empresas se aprovechan y les viene bárbaro que tengan un aliado que trabaja a valores inferiores a los del mercado". Según Mac Donald, esto sucedió en muchos proyectos, porque estos no fueron consensuados con las empresas, sino que los proyectos se armaron en base a "los temas que ya tenía avanzados el Instituto y sobre esos temas engancharon una empresa" y "le vendieron que iban a tener todas estas facilidades, porque si la empresa no firmaba, no podían hacer el proyecto". Después, esas debilidades iniciales empezaron a tener consecuencias al final, "porque no se pueden aprovechar bien los resultados del proyecto para el sistema productivo argentino, que era el objetivo final" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

El proyecto "Nanotecnología para el desarrollo y producción de textiles funcionales", cuyo objetivo fue desarrollar textiles con innovaciones a través de micro y nanoencapsulado de sustancias naturales repelentes a mosquitos, reunió a dos centros del INTI, un instituto de INTEMA, la Fundación Pro Tejer y la empresa Guilford. Las dificultades que atravesó este proyecto fueron la falta de una empresa dedicada a la síntesis química en el CAPP, el desinterés de Guilford en el prototipo obtenido –explicado por cambios de los responsables del área de desarrollo y las autoridades de la empresa–, la inexistencia de una regulación por parte de ANMAT para textiles repelentes y las complicaciones administrativas que, por su complejidad, absorbieron mucho tiempo de trabajo a los investigadores, principales responsables administrativos de estos proyectos. Como resultado, el objetivo de desarrollar textiles repelentes no fue alcanzado, aunque sí se lograron desarrollar textiles con funcionalidad recargable y textiles funcionales para otras aplicaciones –ignífugos, insecticidas–, que derivaron en otros dos proyectos y, por otro lado, el proceso de aplicación de nanofibras repelentes a textiles dio lugar a una solicitud de patente ante el INPI. Otros resultados incluyeron la formación de recursos humanos calificados, la publicación de trabajos de investigación, el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre instituciones y grupos de investigación, la

generación de nuevas líneas de investigación y la ejecución de otros proyectos que pudieron aprovechar los avances y desarrollos de este. En síntesis, se trata de un caso claro en el cual las instituciones públicas traccionaron el proyecto, donde el involucramiento empresarial y la transferencia tecnológica estuvieron ausentes.

El proyecto titulado “Obtención de nanoarcillas a partir de bentonitas patagónicas para su aplicación en nanocompuestos”, cuyo objetivo fue el desarrollo de nanoarcillas para su utilización en el desarrollo de nuevos materiales poliméricos y en remediación ambiental, involucró al CETMIC–UNLP, al 3iA–UNSAM y a dos empresas privadas. Las dificultades más fuertes en este caso fueron las relativas a la administración y gestión, que recayeron sobre la directora del proyecto, y generaron atrasos en la ejecución del mismo, en la compra de los equipos y en la incorporación de becarios, debido a faltas de coordinación inter-institucional entre las autoridades del FONARSEC y empleados del CONICET. Una de las empresas participantes fue la proveedora de las arcillas, sin generar un mayor involucramiento, mientras que la otra se involucró activamente en el desarrollo del proyecto. Como resultado, la empresa Alloys instaló varias plantas piloto en sus instalaciones, quedando dos posibilidades comerciales firmes para esta empresa: la utilización de nanoarcillas para remediación ambiental y el uso de las nanoarcillas para la fabricación de productos con capacidad ignífuga, por ejemplo, para cables. Además, para Alloys las dificultades se concentraron en el plano técnico y comercial –ya que a fines de 2017 no había concretado ventas para recuperar la inversión en el proyecto– y las dificultades del plano administrativo no fueron tales. En síntesis, el proyecto resultó en la formación de recursos humanos especializados, la realización de algunos congresos de nanoarcillas, la publicación de artículos del tema, la producción de tesis doctorales, la adquisición de equipamiento para las instituciones públicas, el diseño y la instalación de plantas pilotos en Alloys y en UNSAM y, por último, en el fortalecimiento de un trabajo interdisciplinario tanto entre investigadores, como entre investigadores y empresarios. La debilidad administrativa y la falta de capacidades de comercialización figuran entre las principales debilidades detectadas.

Por último, el proyecto NanoPetro de 2012 se enfocó en el desarrollo de nanoproductos para la industria petrolera. En este caso, la convocatoria fue más focalizada, dado que sus objetivos se correlacionaron directamente con el área temática –se buscó financiar parcialmente proyectos en los cuales los CAPP tuvieran como objetivo el desarrollo de nanoproductos en sistemas Roca-Fluido–, en lugar de las líneas prioritarias que caracterizaron la convocatoria del 2010. El CAPP estuvo integrado por YPF –luego Y-TEC– y dos centros pertenecientes al CONICET, el CETMIC y el INIFTA, ambos dependientes de la UNLP. Y-TEC cumplió un rol protagónico y el proyecto se estructuró en torno a sus necesidades: la optimización de la producción de hidrocarburos a través de la mejora del desempeño de los agentes de sostén usados en el proceso de fracturamiento hidráulico de reservorios no convencionales y la mejora del desempeño de los sistemas químicos utilizados en la recuperación mejorada de petróleo (campos maduros). Para la selección de los socios, Y-TEC se apoyó en factores como experiencias y trabajos previos. A fines de 2017, el proyecto no se encontraba finalizado, atravesando fuertes demoras en la adquisición de equipamiento científico-tecnológico, explicadas por los procesos de devaluación de la moneda argentina y los lentos procesos de administración y gestión. Pese a no estar finalizado, Y-TEC se enfoca en la comercialización de los productos prototipo que sean generados a raíz del proyecto. Los resultados positivos del proyecto, según los entrevistados, fueron la generación de una plataforma tecnológica capaz de ofrecer servicios de alta calidad para la industria petrolera local, que incluye la infraestructura física de los laboratorios y el desarrollo del conocimiento a través de recursos humanos formados. Otros resultados fueron el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre los investigadores con profesionales de Y-TEC.

Mac Donald comentó que fue un proyecto “que en realidad ya se sabía que quería que saliera YPF”, aunque el concurso se realizó como debía y se cumplió con todas las normativas. Finalmente, “quedó un grupo fuerte de YPF”, porque “las empresas petroleras en Argentina que había son muy débiles” y después, desde YPF “estaban apurados para que cerráramos la convocatoria”. La convocatoria estuvo abierta 60 días, como se preveía, y una vez que “logramos cerrar, evaluar, terminar y les

dijimos que ya pueden firmar el contrato, nos dijeron que no, porque estaban creando una empresa nueva que era Y-TEC" y querían que estuviera en este proyecto, con la consecuente demora administrativa. El inicio del proyecto se atrasó porque hubo ocho meses de espera para firmar el contrato. Estos retrasos, según Mac Donald, hicieron que los procesos devaluatorios del peso afecten el proyecto "más a que a ninguno, porque necesitaban sobre todo comprar equipos", pero "no fue una responsabilidad del Estado nacional" ya que "hubieran podido gastar la plata enseguida, antes de que se devaluara nada" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

5.3.3. Críticas según beneficiarios y autoridades

Las críticas más fuertes de los beneficiarios de los FS Nano 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. 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 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.[210] Tal como hemos mostrado 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, generando retrasos serios en la ejecución de los proyectos.

En este sentido, según el estudio realizado por Rubianes y Baptista (2012) con foco en los Fondos Sectoriales, una cuestión que fue resaltada por los beneficiarios de este instrumento fue la necesidad de contar con espacios de interacción con

[210] Los recursos podían aplicarse a los siguientes rubros: a) infraestructura para obras nuevas o adecuación de existentes (hasta un 20% del subsidio); b) equipamiento; c) insumos; d) formación de recursos humanos; e) gastos de administración; y f) servicios técnicos y consultorías (Rubianes y Baptista, 2012: 7).

quienes gestionan el instrumento, como manera de paliar las complicaciones en el plano administrativo. Así, uno de los beneficiarios señaló la conveniencia de generar en estas herramientas de promoción una comunicación continua y permanente con el órgano de aplicación, dado que usualmente se generan complicaciones en la implementación y ejecución de los proyectos, vinculado al desconocimiento en el uso de la herramienta y en el cumplimiento de los requisitos administrativos, que pueden no coincidir con los procedimientos habituales de las entidades integrantes de los consorcios. Por ello, la generación de ámbitos de consulta permanente y reuniones programadas con la ANPCyT podría ayudar a mejorar los plazos y mecanismos de ejecución del plan de actividades y ejecución y rendición presupuestaria (Rubianes y Baptista, 2012: 17). En la misma dirección, algunos entrevistados para esta tesis señalaron que lo que les faltó a los proyectos FONARSEC, en general, fue una comisión que se encargara de hacer un seguimiento técnico-administrativo de cada uno de los proyectos, encargada de la resolución de problemas en este plano y no de la realización auditorías, que fue lo que se hizo.

Otra de las críticas de los beneficiarios, aunque de menor frecuencia, se centró en los procesos de evaluación de los proyectos al momento de ser seleccionados para su financiamiento. Así, un entrevistado señaló que estuvo disconforme con la evaluación, explicando que los evaluadores “no sé por qué, pero eran toda gente de España, no trajeron de todos lados” y, además, “hubo gente que del tema no entendía mucho, posiblemente trajeron una cantidad de jurados que era para todos los proyectos”. En este caso en particular, el investigador explicó que en su presentación habló de los cuasicristales, “porque era uno de los elementos principales que componen las aleaciones, con lo cual cambian las propiedades y etc.” y una persona del jurado le preguntó que quería decir con los cuasicristales. Es decir, que no había entendido nada de la explicación del investigador, por lo cual “es muy difícil que después me pueda evaluar un proyecto bien en ese sentido. Evaluarían otras partes del proyecto, pero la parte técnica muy bien no la evaluaron”. Y agregó que, tal vez, en otros proyectos “a lo mejor alguien entendía más del tema”, pero “me parece que ahí faltaba tener un especialista en alguno de

los temas como para que pudiera entender un poco más". Como resultado de la evaluación, el proyecto fue aprobado con menor cantidad de dinero y "una cosa que me sorprendió es que me bajan el Microscopio electrónico de transmisión (TEM), porque dice que no aplicaba para el proyecto". Y agrega que "Si yo tengo materiales nanométricos, la única forma en que lo puedo medir y mirar es con un microscopio de transmisión". La consecuencia es, explica, la incoherencia que resulta cuando se da de baja el instrumento (Comunicación personal con Fernando Audebert de FIUBA, 28/07/2017).

En síntesis, las falencias de los Fondos Sectoriales se concentraron en aspectos tales como 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, como fue el caso del proyecto "Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas", que habiéndose iniciado en 2011 todavía a fines de 2017 no se encontraba finalizado.

Por otro lado, en relación a las fortalezas derivadas de los proyectos de nanotecnología que señalaron los entrevistados, podemos incluir: (i) la conformación de plataformas tecnológicas; (ii) la apertura de nuevas líneas de investigación; (iii) la formación de recursos humanos especializados; (iv) la realización de congresos, la producción de tesis doctorales y la publicación de artículos científicos; (v) la adquisición de equipamiento científico-tecnológico e industrial para las instituciones públicas y, en algunos casos, privadas; (vi) el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre investigadores con diferentes formaciones profesionales y, en algunos casos, investigadores y empresarios; (vii) el patentamiento de algunos desarrollos en el marco de los proyectos; (viii) el diseño y la instalación de plantas pilotos de producción industrial; (ix) el desarrollo de

prototipos de productos; y (x) la creación de una empresa de base tecnológica de capital nacional, Chemtest.

No obstante, el objetivo de introducir desarrollos tecnológicos en el mercado y recuperar la inversión estatal no se logró en ninguno de los proyectos de nanotecnología, al menos hacia fines de 2017. Pese a que varios proyectos terminaron con un prototipo desarrollado, en ninguno de los nueve casos se llegó a un producto comercializable. Existió en general, una escasa participación empresarial en el proceso de desarrollo de los prototipos de los productos, siendo el actor beneficiario principal del instrumento los grupos de investigación pertenecientes a instituciones públicas de ciencia y tecnología, salvo algunas excepciones. Además de ello, la etapa de comercialización quedaba explícitamente excluida del financiamiento del FONARSEC.

Desde otra perspectiva, hubo notables divergencias entre la percepción de los actores respecto a los resultados de los proyectos, sujeta a su pertenencia institucional: una institución pública o una empresa privada. Así, los investigadores asociaron el éxito de los proyectos a la posibilidad de publicar papers, participar en congresos, formar recursos humanos, abrir nuevas líneas de investigación y adquirir bienes de capital para sus instituciones de pertenencia, mientras que los empresarios se focalizaron en la posibilidad de escalar y comercializar productos y, en menor medida, en adquirir equipamiento industrial y formar redes de contactos con el sector científico-tecnológico. Por tanto, para la mayoría de los investigadores pertenecientes a instituciones públicas los proyectos fueron exitosos, mientras que para los empresarios fueron todo lo contrario.

Ahora bien, algunos entrevistados sostuvieron que es preciso hacer críticas del FONARSEC, considerando tanto el contexto como las condiciones estructurales, que incluyen inestabilidad institucional y la volatilidad de las condiciones macroeconómicas. En este sentido, Fernando Peirano, que ocupó el cargo de subsecretario de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del MINCyT entre 2012-2015, comentó sobre el FONARSEC que las críticas se deben hacer “en sus propios términos”, dado que “comparado con un programa

norteamericano que puede tener la NASA de desarrollo de la nanotecnología, esto no tiene nada que ver", pero si se lo compara con los mismos objetivos que se proponía el plan *Argentina Innovadora 2020* "se lo puede evaluar si tuvo resultados o no". Además, agregó que el FONARSEC apuntaba a solucionar que los empresarios argentinos dominen la técnica al momento de definir y planear nuevas inversiones. Por ejemplo:

> "Quizás el ejemplo más claro es la biorrefinería. ¿Cuál es la ecuación de cuántas toneladas de biomasa se transforman en energía? ¿Cuál es el proceso industrial adecuado para hacer esa transformación? Esto no lo saben los empresarios. Que hay en la biomasa una oportunidad lo pueden conocer, les puede resultar atractivo que de la biomasa se puede sacar energía y puede ser el primer eslabón en una cadena de plásticos no basada en el petróleo. Ahora, cómo hacer de los residuos de la cáscara de maní energía, cómo hacer de los pastos energía, cómo hacer del maíz plástico, no lo saben. No saben ni la tecnología, ni las proporciones, ni la ecuación, etc." (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Entonces, según Peirano, el FONARSEC pretendía "generar este bien público, que es el conocimiento técnico y científico, formar gente en eso y generar un ambiente más favorable para que la inversión privada catalice, acelere y multiplique", pero "no era tampoco que desde ningún proyecto del FONARSEC se iba a cambiar ni la matriz productiva, ni se iba a generar un conjunto de nuevas empresas, ni se iban a resolver los requerimientos de inversión que podían tener nuevos productos en los temas que se trabajó" (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Al incorporar al análisis el contexto macroeconómico, sostuvo que "la etapa del 2010 en adelante está atravesada por un montón de incertidumbres macroeconómicas, por problemas de acceso al crédito, por empresas que se retraen del proceso de expansión" y en este contexto, el FONARSEC fue un "insumo de alta calidad muy específico" que "nadie terminó utilizando". Entonces, se abrió "una puerta en un contexto que no fue del todo favorable para que eso actúe como un catalizador",

aunque “sí tuvo sus resultados” porque “lo que había que hacer se hizo”. Por tanto, “el FONARSEC cumplió” pero “quizás no tuvo impacto por el contexto macroeconómico”. En 2011 estábamos “en una fase defensiva y en muchos casos recesivas a nivel del impulso económico y de la inversión como vector”, por lo que “sin ese vector, la institucionalidad y los proyectos que tardaron varios años en forjarse llegaron tarde y a destiempo, porque fueron proyectos, propuestas, complementos para potenciar esa inversión cuando la inversión ya no estuvo”. Según Peirano eso fue “lo que no pasó” y “entonces lo que estamos viendo son esfuerzos de políticas micro sin un contexto”. En sus palabras, se trata de políticas que tuvieron resultados, “pero no impactó y esto habla también de lo imprescindible que es tener un proyecto de desarrollo global. No va a cambiar este país, ni va a hacer la diferencia el MINCyT por sí solo, ni el Plan 2020” (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

5.3.4. Dificultades y falencias del FONARSEC

Retomando las críticas mencionadas por los beneficiarios y las autoridades del FONARSEC, podemos resumirlas en: (i) problemas administrativos de la ANPCyT para acompañar la ejecución de los proyectos, explicado, en parte, por la falta de estabilidad de los interlocutores de la ANPCyT y la falta de 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–; (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 privado integrantes de los consorcios–, las cuales manejaron protocolos de acción incongruentes; (iii) problemas derivados de la exigencia de 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 por ejemplo, fallas de funcionamiento de los equipos importados; (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 emergidos de la ejecución de los proyectos que, en la mayoría de los casos, derivó 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.

Aunque la falencia más fuerte del FONARSEC fue su desvinculación de la etapa de escalamiento industrial y comercialización de los productos desarrollados en el marco de los proyectos. En los Fondos Sectoriales de nanotecnología, en ninguno de los nueve casos presentados se llegó a la comercialización, etapa que estuvo explícitamente excluida del financiamiento del FONARSEC. Ni aun el proyecto considerado como más exitoso por los bancos y por la ANPCyT y MINCyT, el Nanopoc, logró alcanzar esta fase. Los proyectos FONARSEC se propusieron como objetivo generar innovación científico-tecnológica, que debía traducirse en posibilidades concretas de transferencia tecnológica a la industria nacional. Sin embargo, como mostramos en el capítulo 4, la etapa de escalado industrial no estuvo contemplada en el financiamiento de los ejes del fondo y, a pesar de que en muchos casos se lograron desarrollar prototipos a raíz de los proyectos, ninguno de ellos logró posicionar un producto innovador en el mercado. En este punto, podemos decir que el instrumento fue diseñado sin considerar la realidad empresarial, dado

que no contempló cómo se lograrían insertar los prototipos desarrollados en los procesos productivos de las empresas, proceso que demanda fuertes inversiones adicionales.

La investigación realizada por Érica Carrizo y la información empírica obtenida en ese marco, vinculó la "articulación en red" –concepto que aparece en el plan *Argentina Innovadora 2020*, aunque nunca se lo define conceptualmente– con los Fondos Sectoriales. La siguiente cita es ilustrativa al respecto y, además, coincidente con la información empírica obtenida en el marco de esta investigación, acerca de que la mayor debilidad de los Fondos Sectoriales estuvo en su limitación a financiar hasta la fase de desarrollo de un prototipo final de un producto determinado:

> "[...] con la innovación en red creo que hubo un primer intento que fueron los fondos sectoriales. Pero creo que ha habido una comprensión limitada de todo lo que es trabajar en red. Yo acá [MINCyT] lo discutía y trataba de hacer entender de que era una forma diferente de producir conocimiento, que implicaba más que simplemente se juntaran tres tipos hicieran un consorcio y le dieran plata [...]. De hecho, lo que termina pasando con muchos FONARSEC es que llegan al producto tecnológico, pero después pocos llegan al mercado, pocos escalan eso, y eso tiene que ver con que los instrumentos son incompletos. Entonces llegaste al producto tecnológico, pero ¿qué pasa con el consorcio?, ¿cómo enfrentar cuellos de botella que no son tecnológicos, sino que tienen que ver con cuestiones regulatorias, industriales, de mercado [...]? Creo que se partía de una visión un poco tecnologicista de lo que era trabajar en red" (Lengyel, citado en Carrizo, 2019: 166).

Desde el MINCyT/ANPCyT algunos entrevistados argumentaron que no corresponde apoyar la comercialización industrial de un producto desde un Ministerio de Ciencia y Tecnología, cuyo objetivo es apoyar la innovación productiva, agregando que otros ministerios deberían encargarse de apoyar dicha etapa. Así, la responsable del FONARSEC sostuvo que el Ministerio de Ciencia y

Tecnología financia “desarrollos innovadores”, mientras que el Ministerio de Producción “tiene que poner la plata para el escalamiento”. “Nosotros no podemos capitalizar a las empresas para que puedan escalar porque no es nuestra función”, que consiste en “hacer el desarrollo, que pueda ser competitivo y que pueda ser utilizado por el mercado”. Al explicar por qué los prototipos no logran ser escalados, agregó que “hay un problema en el desarrollo del sector industrial en Argentina” y que, según su rol, el MINCyT se limita a financiar “hasta el prototipo y las pruebas piloto” y “en algunos casos, de acuerdo a la temática, a financiar pruebas pilotos pre productivas, a escala pre productiva” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

Según esta posición no le corresponde a un ministerio de ciencia y tecnología invertir en escalamiento industrial y comercialización. Pese a ello, la misma entrevistada señaló que el “fracaso” de los proyectos estuvo, precisamente, en el escalado de los productos al sostener que en nanotecnología “fue muy importante lo que es mejoramiento de las capacidades de producción”, pero “la transferencia de esas capacidades de producción a las empresas está en absolutos pañales y eso es muy difícil que se remonte en un período como el que estamos viviendo ahora porque para eso necesitas plata grande y alguien que escale”. Y seguidamente agregó que, en muchos casos, “fracasamos porque las empresas vinculadas no tienen capital suficiente para la continuidad, para escalar el producto”, dado 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”. Para ello, se necesitan “escalas importantes y más nivel de normalizaciones y regulaciones que nosotros no tenemos”. En este punto, sobre la regulación agregó que “tenés que aceptar las regulaciones de afuera y para cumplir con ese tipo de regulaciones, necesitás recursos”, que deberían ser provistos por el Estado, porque las empresas viven al día, “no tienen mucha idea de lo que es la innovación” (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, ya que “si se intenta desarrollar un producto con una empresa no implica que este se va a comercializar”, lo que “es una responsabilidad de la empresa que planteó el proyecto”. El investigador “tiene el compromiso de intentar desarrollarlo en el laboratorio”, pero la comercialización “para mí sería responsabilidad de la empresa y, en caso de que quisiera algún soporte del Estado, tendría que ir a otro lado”. Aunque, explicó, en muchos casos “el producto queda a mitad de camino por problemas tecnológicos que aparecen a lo largo del proyecto” y otras veces “se llega al producto en escala laboratorio y no se puede escalar para una producción masiva, entonces se vuelve inviable”. Así, “en todas estas etapas un proyecto tecnológico se te puede caer. Por ello solo una pequeña fracción de desarrollos tecnológicos son exitosos” (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 industrial, surge el interrogante de si fueron articuladas algunas líneas de financiamiento entre el MINCyT y el Ministerio de Producción, 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. 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 están conectados con los fondos para la innovación tecnológica del MINCyT, resultando imposible presentar un mismo proyecto en ambos lugares. Es decir, a nivel estatal existe una gran cantidad de ventanillas 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 de los Fondos Sectoriales es su descuido respecto de la realidad empresarial nacional, aspecto notorio en el hecho de no contemplar 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 de los proyectos financiados.

Por el contrario, 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 la consecuente creación de nuevos mercados, acompañando todo el proceso con una inversión paciente, a riesgo y de largo plazo, que es capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales como lo son las TPGs (Mazzucato, 2013; Ruttan, 2008). En otras palabras, el Estado se encarga de crear una estrategia proactiva alrededor de un área de alto crecimiento y de hacer entender su potencial al sector productivo, financiando tanto la fase incierta de las nuevas tecnologías y acompañando la totalidad de ese proceso, incluyendo la etapa de comercialización (Mazzucato, 2013: 19). De esta manera, incluso en los países centrales y especialmente en Estados Unidos, el Estado se encarga, y 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). Entonces, la retirada del Estado argentino en las etapas de escalado industrial de los prototipos desarrollados y en la consecuente comercialización, constituye un punto más que evidencia que la nanotecnología en el caso argentino no fue tomada como una TPG, a pesar de estar caracterizada bajo ese enfoque en los documentos oficiales (MINCyT, 2012: 41, Vila Seoane y Rodríguez, 2012: 7; Barrere y Matas, 2013: 9; MINCyT, 2016: 9; 32).[211]

[211] 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 Nanopymes entre la UE y Argentina.

Si se tiene en cuenta que el MINCyT, como se indica el plan *Argentina Innovadora 2020*, se propuso promover tecnologías estratégicas buscando impactar en la economía argentina, entonces el ministerio 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 y otros– fueron escasos, aunque se llevaron a cabo algunas iniciativas. Peirano mencionó que una vez que fueron identificadas las necesidades de "una mayor articulación entre los ministerios, se hicieron por lo menos dos o tres iniciativas que no llegaron a buen puerto pero que se pusieron en práctica" (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Una de estas iniciativas mencionadas fue "la conformación de una mesa interministerial para trabajar, observar y articular los planes estratégicos", donde surgió que "cada plan había sido construido con unidades de análisis distintas", por ejemplo, los NSPE no son "lo mismo que una mirada sectorial, que no es lo mismo que una de cadenas de valor". En esa mesa participaron el MINCyT, el Ministerio de Industria, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Trabajo, siendo un "intento de hacer un Plan Nacional de Desarrollo, que se vio frustrado", mostrando "las dificultades que tiene un Estado en volver a poner a tono el músculo de la planificación y las dificultades de un Estado para dar legitimidad en materia de planificación y prospectiva". Otra iniciativa, según Peirano, fue "la conformación del Fondear, un fondo muy bien nutrido de recursos y mucho más cuando se los compara con los fondos que maneja la cartera de CyT", donde "si no me equivoco, había más de 10 mil millones de pesos para dar créditos con una idea de hacer una versión mejorada, superadora de los créditos del Bicentenario". El Fondear tenía "una institucionalidad novedosa de articulación donde participan, si no me equivoco, cinco ministerios en un directorio, Economía, Agricultura, Industria, el MINCyT, además el Banco Nación y no sé si Jefatura de Gabinete" y su objetivo era "conformar una cartera de proyectos, evaluarlos y apoyar aquellos que eran más afines con el desarrollo, teniendo a la CyT como uno de los motores de estos

proyectos". De haberse llevado a cabo, el espacio "hubiese sido de gran valor, de gran capacidad para crear una infraestructura en energía eólica con contenido nacional, con empresas nacionales, con financiamiento de proyectos con I+D argentino, porque ahí era donde se tendría que haber resuelto cuáles eran las prioridades y cuáles eran las oportunidades". Aunque esa iniciativa "se creó muy sobre el final del gobierno de Cristina [Fernández] y no hubo realmente una cartera de proyectos importante". Asimismo, la iniciativa falló porque "participaron en representación de los ministerios perfiles más técnicos y contables sobre los perfiles más estratégicos o de conocimiento tecnológico" y la "mesa rápidamente se encaminó en un carril burocrático de procesos y no en la visualización de oportunidad". Por último, otra iniciativa estuvo vinculada con el INTI y Tecnópolis del Sur para desarrollar "un microchip argentino", proceso en el cual participó activamente la empresa Unitec Blue. Entonces, el área de microelectrónica y electrónica del INTI "impulsó ese proyecto con base en la Universidad de Bahía Blanca". La iniciativa era del Ministerio de Industria y el MINCyT "llega ahí apoyando y no apoyando", ya que "esto generó varios debates si era viable o no" porque "la compra pública era el motor principal". Sin embargo, la iniciativa no se llevó adelante porque "la compra pública nunca llegó" y fueron "intentos de articulación que no llegaron a su fin" (Comunicación personal con Fernando Peirano, 16/06/2017).

Según Carrizo, en relación al impacto que el FONARSEC habría tenido en los otros sectores de la política pública, los ministros de economía, agricultura, industria, salud y otros, no encarnaron un papel activo análogo al que hizo posible los logros en Brasil: que la tecnología sea considerada un motor de la mejora de la competitividad y el desarrollo social (Carrizo, 2019: 176). Por otra parte, 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. Por ejemplo, en sus palabras "El GACTEC [Gabinete Científico Tecnológico] no se reúne […]" y "La inexistencia 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, expresa la principal falla de intervención del Estado". Entonces, existe una "sobreabundancia de instrumentos que coexisten en diversos marcos institucionales, con diferentes enfoques y abordajes, sin una visión integral". Para ilustrar el problema Del Bello agrega que la coexistencia descoordinada de múltiples instrumentos promocionales en el Ministerio de Industria, la ANPCyT e incluso en el Ministerio de Agricultura es una muestra de ello (Del Bello, 2014: 72-73).

Ahora bien, más allá de las iniciativas descritas e impulsadas buscando la coordinación interministerial, el FONARSEC buscó promover el desarrollo de proyectos de innovación, desarrollo tecnológico e investigación aplicada con posibilidades de impactar fuertemente en sectores productivos y sociales. El siguiente paso hubiera sido el escalamiento de los proyectos que lograron buenos resultados en el marco de las convocatorias y la implementación de una estrategia comercial que lograra la inserción de los productos tecnológicos obtenidos en nichos de mercado competitivos. Este salto de escala habría significado para el Estado abrir las posibilidades de recuperar la inversión de riesgo realizada al financiar los primeros pasos de los proyectos consorciados (Carrizo, 2019: 175). Por ejemplo, el proyecto Nanopoc fue destacado por el MINCyT/ANPCyT y el Banco Mundial como el caso más exitoso en nanotecnología, que, entre otros resultados, derivó en la fabricación del prototipo final del dispositivo de detección de enfermedades. Sin embargo, a la fecha –mediados de 2019– no se logró alcanzar la etapa de fabricación, escalado industrial y comercialización de este producto, que posee una importancia económica y social para el Estado argentino que, sin embargo, no se involucró en su difusión.

Como se ve en el capítulo 4, los proyectos sectoriales contaron con una reducida participación empresarial en su etapa de desarrollo y, en general, en el transcurso del proyecto en su totalidad. 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: “la situación del sector privado en Argentina siempre fue complicada con respecto a obtener fondos para la inversión y, si bien, uno de los objetivos básicos de los Fondos Sectoriales fue siempre traccionar la inversión privada, lo cierto es que esa fue siempre la mayor dificultad”. Por su parte, el sector científico, que fue “dominante en esos proyectos, de alguna manera no facilitó la transferencia al sector privado para producir”. Según Mac Donald, el sector privado “está acostumbrado a algo que viene de la tradición del CONICET que es recibir servicios del sector público” y es “una forma que tienen las empresas de achicar gastos”. Entonces, en los primeros proyectos sectoriales “costó muchísimo” y “la primera reacción del beneficiario esperado fue resistente”, porque “nadie creía que iban a hacer convocatorias ofreciendo 30 millones de pesos, 35 millones de pesos, cuando el dólar estaba a $3 o $3,50, y que se lo iban a dar finalmente”:

> “Las que no creían eran las empresas, el sector científico donde hay plata se disfraza de lo que necesita. Si necesita X, hace como si fuera X, aunque sea A, no importa, pero las empresas lo piensan dos veces. Si vos le das un subsidio a las empresas, la empresa tiene que responder con impuestos, tiene que tenerlos declarados en su balance, etc. La empresa tiene que tener cierto rango de seguridad. Cuando nosotros lanzamos la convocatoria […] llegó el sector científico primero […]. Y salieron a cazar empresas, en muchos casos les vendieron un mundo dorado que no era tal” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).

La convocatoria de nanotecnología fue la de la mayor cantidad de proyectos financiados, donde se presentaron 14 proyectos y se financiaron 8, “porque Argentina tiene un buen nivel científico en nanotecnología” y en cuanto a 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". Como resultado, "se encontraron empresas en los sectoriales que no habían ni siquiera participado nunca del FONTAR", "se encontraron empresas más grandes" y "se encontraron empresas multinacionales con sede en Argentina". Aunque, los proyectos de mayor riqueza según Mac Donald, fueron aquellos "en los que interactuaron PyMEs con empresas más grandes", porque "de alguna manera hay un aprendizaje entre ambos a partir de las relaciones que se generan", ya que "las relaciones entre pares son las más normales y corrientes y las más cómodas del mundo", mientras que "las relaciones entre impares son las más complejas, pero son las únicas que te garantizan cambios sustanciales porque sujetos colectivos de distinta índole que trabajan con distintos objetivos, con distintos modelos curriculares, distintos tiempos y demás, se juntan buscando un propósito en común". Entonces, "lo que surge siempre es algo novedoso, que es una experiencia valiosísima. Entonces, en ese sentido, los sectoriales tuvieron impacto" (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 se refiere a la nanotecnología, lo que se agrava aún más teniendo en cuenta que la nanotecnología comenzó a ser incentivada y caracterizada como un área de vacancia bajo con una lógica más nanocientífica que nanotecnológica, como vimos en el capítulo 2. El mismo problema se dio 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 y media intensidad tecnológica.

En esta dirección, Mac Donald reflexionó que "este problema es bastante distintivo de los proyectos de nano, porque tiene que ver con el grado de debilidad del tejido

industrial nacional y la falta de empresas que hacen nanotecnología", porque las empresas que participaron "no son empresas que trabajan en nanotecnología" sino que "son empresas que pueden llegar a usar algún componente nanotecnológico". Por lo que, a falta de empresas, "lo que más había eran científicos", razón por la cual "salieron financiados muchos proyectos". Y los científicos "le vendieron cualquier mundo de fantasía a las empresas" y "en el caso de nano, la contraparte exigible era mucho menor que en otros casos: en TICs era del 40%, en bio del 30% y en nano era el 20%". Entonces, "el 20% se dibuja fácil, entre sueldos más o menos te da". Por esta razón, el problema de la debilidad de las empresas fue mucho más serio en nanotecnología que en biotecnología, por ejemplo (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Otro entrevistado agregó que los FONARSEC no lograron modificar la escasa participación empresarial en los proyectos consorciados, al sostener que el problema a resolver no era un problema de nanotecnología solamente, sino que se trataba de "articular el sector privado con el sector estatal" y "no anduvo esto del consorcio público-privado tal cual se esperaba, ya que la inversión privada en CyT continuó siendo muy baja":

> "Por ello desde el CONICET, cuando era presidente, pasamos a una fase un poquito más ambiciosa que era crear sociedades entre el CONICET y empresas, como fue el caso de Y-TEC. Ese era el instrumento para mi ideal para potenciar el impacto tecnológico del sistema científico creando varias 'INVAPs'. El CONICET es socio y brinda recursos humanos calificados dentro de la empresa. No era que venía a golpear las puertas de un Instituto una empresa y decía 'quiero hacer tal cosa' y se iba, sino era trasladar el conjunto de investigadores dentro de la empresa. Hoy en día Y-TEC tiene alrededor de unos 20 investigadores y debe tener unos 30 becarios instalados ahí. Esa gente tiene que responder a los requerimientos de Y-TEC. Si la empresa quiere desarrollar surfactante o quiere ver cómo fractura mejor la roca, o quiere un determinado producto, la cabeza de los investigadores está puesta en esos objetivos que la empresa ya definió como importantes para su

negocio. No es lo mismo que venir de afuera y pedirle al investigador que haga algo y vuelva a los dos meses a ver como se avanzó" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Ese modelo "podía haber funcionado en otras áreas también" y en el caso de nanotecnología, "hay muy pocas empresas que se acerquen con la mirada en desarrollos y menos con la caída de la actividad industrial de las PyMEs debido a las importaciones y tarifazos". Desde la FAN se relevó un "grupo de empresas, pero la verdad es que no demandan mucho, o al menos, no lo percibimos desde los laboratorios". Y agregó que, según su parecer, "todavía estamos en una etapa en la cual no tenemos la interacción suficiente ni el deseo de innovar de parte de las empresas, porque están preocupadas por otros problemas obviamente, entonces no hay una relación fluida". Por ejemplo, en el INIFTA se incrementó el nivel de facturación de servicios, pero "aún son cifras relativamente pequeñas". Según Salvarezza, los científicos están abiertos a recepcionar demandas, pero el problema es "que no hay una demanda sostenida". En cambio, "la demanda es mucho más directa cuando existen empresas como Y-TEC que tiene la cabeza puesta ahí, en el negocio de la tecnología" y tienen "a los investigadores ahí dentro que son muy buenos interlocutores y saben lo que necesitan sus proyectos en el marco de las necesidades de la empresa" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Además, según el mismo entrevistado, hay "otro tema que influye en la baja demanda del sector privado" vinculado al hecho de que "las empresas argentinas no tienen, en su gran mayoría, un sector de I+D, en particular, las PyMEs". Así, si "uno le pregunta a una empresa cuál es la limitante tecnológica para penetrar en mercados más competitivos en general no lo saben". Entonces, si "no sabés qué innovar para ganar un mercado, ¿cómo podés generar una demanda concreta al sistema científico-tecnológico que el Estado tiene instalado?" Esa falta de conocimiento "es la causa de que no pueda venir una empresa y plantear un proyecto innovador". Al mismo tiempo, un problema para las empresas, que no es exclusivo del área de nanotecnología, es acceder al financiamiento y "en el caso de

nano, muchas empresas no tienen muy en claro qué es nano a pesar de que ya hace 14 años estamos hablando de nano en Argentina" (Comunicación personal con Roberto Salvarezza de INIFTA, 6/07/2017).

Por su parte, Mac Donald comentó que el proceso de hacer participar activamente a las empresas en este tipo de proyectos es un proceso largo. En este sentido, algunos proyectos PAE tuvieron una continuidad en los Fondos Sectoriales. Por ejemplo, un proyecto FS Nano en particular, continuó una línea de investigación de los PAE que surgió del CINN –centro virtual creado a raíz de la convocatoria PAE de la ANPCyT en 2006–, que derivó en el proyecto "Clúster Nanotecnológico". Entonces, dado que "los investigadores casi que salieron a cazar empresas" y "les contaron los proyectos a las empresas", estos se caracterizaron en una escasa participación empresarial. Sin embargo, más adelante, esa situación se fue corrigiendo, "porque ya hubo proyectos que se elaboraron junto con las empresas". Por ejemplo, el proyecto Clúster Nanotecnológico "cuando empezó, empezó claramente donde el investigador buscó a la empresa", que "ya tenía una trayectoria anterior porque había empezado con los proyectos PICT y después había seguido con proyectos de áreas estratégicas (PAE)" y finalmente se presentó en los FONARSEC. Aunque, "recién cuando sale otra operatoria que son los proyectos regionales (FITR), recién ahí, el proyecto que presentan, lo presentan aprovechando la patente que habían hecho sobre el litio" en los FS Nano y "lo presentan ya con la empresa y lo piensan también con la empresa [Laring]". Entonces, en los FITR es cuando "se involucró la empresa desde el principio, porque ya venía entusiasmadísima, porque le habían puesto una planta piloto que le estaba permitiendo abrir su mercado" y, recién ahí, "el involucramiento de la empresa se hizo mucho mayor. Pero para eso, ¿cuántos años pasaron? Este tipo de procesos no son rápidos nunca. Desde que el investigador empezó con los PICT hasta llegar acá, pasaron 15 años" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Así, según Mac Donald, aun no puede medirse el impacto de los Fondos Sectoriales, aunque sí sus resultados: "proyectos exitosos no tenemos, a cinco años

no tenemos". Aunque, "sí se produjo en proyectos que logran ingresar productos al mercado. Ahora, el impacto en el mercado se nota a los 10 años". Por ejemplo, "en temas de salud es imposible plantearse proyectos exitosos cuando tenés un problema serio desde el punto de vista regulatorio". Entonces, "depende de los sistemas regulatorios nacionales, la agilidad de la ANMAT para actualizar o no cosas, las relaciones entre los laboratorios, el tema de patentes entre los laboratorios, todos esos son temas serios. Argentina está muy en pañales en lo que sean regulaciones". Por tanto, "se siguen produciendo casos testigos, casos exitosos, así como puntuales, pero todavía no hemos logrado la construcción de modelos", así como tampoco "tenemos una base de sistemas de información razonable y ágil y homologable". Hubo "proyectos que han tenido impacto" y en general, "todos los proyectos tienen un impacto social porque si vos mejorás la matriz productiva hay beneficios directos o indirectos". Por ejemplo:

> "[…] todo lo que se está hablando del litio ahora, la tecnología que fue premiada en el programa Bright Minds, […] es un proyecto de nanotecnología […] que era sobre tecnologías nuevas de anodizado de aluminio. Y de ese proyecto surgió como externalidad el trabajo sobre litio, el desarrollo de una tecnología para extraer el litio, minimizando el uso de agua que es el problema más complicado que tiene la extracción de litio en el norte […]. Ese desarrollo es producto de un proyecto sectorial de nanotecnología. […] De alguna manera nosotros somos una parte de la trayectoria del sistema científico […]. Entonces en ese sentido, sí tenemos cosas exitosas pero lo que no tenemos son productos escalados" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017).[212]

En referencia a toda la experiencia que implicó el programa Fondos Sectoriales, la que fuera su directora señaló que "el balance es bueno", porque se trata de

[212] Para este proyecto FITR (convocatoria 2013) se conformó un CAPP que integró a la Universidad Nacional de Jujuy (UNJU), al CONICET, a Y-TEC y Laring. El proyecto un monto total de $ 13.760.910, de los cuales $ 11 millones fueron aportados por la ANPCyT, teniendo como objetivo la construcción de una planta piloto de baterías de litio para su desarrollo y caracterización, incluyendo la adquisición de activos tangibles e intangibles para equipar el Instituto del Litio en Palpalá, Jujuy (Castello y Kloster, 2015).

“introducir una nueva variable en la cultura del sector científico argentino que significa un cambio de conducta muy importante”. De esta forma, los Fondos Sectoriales fueron “el primer esbozo de vinculación real entre el sector empresario y el sector de conocimiento” y “era una empresa que debían llevar a cabo necesariamente juntos”. Entonces, “desde ese punto de vista fue un avance importantísimo”:

> “No hay experiencias previas de exigencias tan crudas en trabajo conjunto. Es más, después que nosotros iniciamos los CAPP, se iniciaron procesos semejantes en otros organismos nacionales. El tema de los consorcios empezó a tener espacios, se empezó a hablar más razonablemente de consorcios asociativos entre científicos y empresarios. En general, los científicos son los nenes con los nenes y las nenas con las nenas. O sea, el sector científico por un lado y las empresas por el otro. En ese sentido, esto fue contagioso” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

En algunos casos, la relación entre los investigadores y empresarios perduró y en otros no, “pero lo que importa en los casos en los que sí continúa la relación es que, de alguna manera, empezás a movilizar al investigador para que se relacione con empresarios”. En cuanto a los resultados, “necesitás de muchos más años”. Entonces, “yo estoy absolutamente convencida de que si uno continua con este tipo de políticas, tiene la zanahoria –o sea, darles mucho dinero–, ese involucramiento conjunto que es lo que más se busca, se puede llegar a dar”, pero para ello “necesitas continuidad de políticas y para tener continuidad de políticas necesitas una organización, un Estado más fuerte y más convencido de cuáles son sus prioridades o a dónde quiere llegar. Esto no se ve todavía en Argentina” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Por otro lado, en referencia al estado del FONARSEC en 2018, señaló que “lo están haciendo perder de a poco, sin que se note tanto”, prevaleciendo los instrumentos individuales, básicos y aquellos que están “cotidianamente aceptados, se manejan por inercia, no tienen complicaciones, no tienen demasiadas exigencias”, que son

los ANR y PICT. Pero, según Mac Donald, eso “no promueve la innovación”. Los PICT “mantienen al sector científico sin producir demasiado, dándole plata para que hagan ciencia y publiquen y después ese conocimiento salga de Argentina”:

> “Lo más barato es escribir papers, lo más caro es hacer tecnología. Cuando tenés que disponer plata para comprar equipos, hacer pruebas y fracasar 100 veces hasta que se te da una, el gasto es grande. Para escribir un paper y que la prueba la hagan otros es menos gasto. Eso es lo que se mantiene del lado del sector científico. Y del lado de las empresas se mantienen los ANR que finalmente no mueven el amperímetro, no hacen sombra y tampoco llegan a muchas PyMEs, porque ¿cuál es el universo que atiende el FONTAR? 4000 empresas. ¿Y cuántas empresas hay en Argentina, PyMEs certificadas y relevadas? Alrededor de 400.000/500.000. ¿Cuál es la relación? No existe. Si se fija conforme al BID, que quiere que tenga innovación en empresas, hacemos como que sí innovamos, pero en realidad no estamos provocando innovación en serio en el sistema productivo” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Para “producir innovación en serio” se requiere “mucha plata, mucha interacción y la forma de empezar a lograr conocimiento y generar confianza es poniéndoles plata y obligándolos”. En los FONARSEC se obligó a los científicos a trabajar con los empresarios, lo que, según Mac Donald, “fue importante” y “en general, si se les pregunta a los propios encuestados qué prefieren, que existan o que no existan los proyectos, todos van a decir que existan. Independientemente del detalle, de los problemas administrativos”. Así, “en una sociedad cuyo sistema científico está marcado por el individualismo, el CONICET es una oda al individuo y tenés la carrera estamentada, donde todo lo que vale son los logros personales y no los logros colectivos, lograr armar un colectivo es francamente una tarea compleja” y “la gente que estudia el sistema es la que más lo valora, porque es una cosa realmente importante”. Pero “si dejas de hacerlo vuelve la costumbre de siempre”, dado que es más fácil “trabajar con pares, discutirlo entre los que están en el mismo

barco que juntarse con un barco opuesto". Aunque los resultados "son mucho mejores" en el caso de que se logren juntar dos grupos contrapuestos:

> "Más que mejores o no, quiero decir que, si los logros del sistema científico no logran pasar a la realidad productiva, no existen. Existen en los libros, existen en los estudios, pero los logros productivos existen en otros países donde se logra escalar lo que nosotros desarrollamos. Mientras no estén trabajando los científicos con las empresas es muy difícil que puedan tener vínculos sólidos uno con el otro. Eso repercute en la matriz productiva. Si el Estado no se ocupa de esto, los distintos grupos no se van a ocupar porque están mucho más cómodos no ocupándose" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

Entonces, lo esencial de los FONARSEC "es lograr que dos mundos que, si no se juntan, todos pierden" y "se pierden oportunidades nacionales, teniendo en cuenta la inversión, que la hace siempre el Estado". Esto incluye "el ciclo educativo y la inversión que se necesita llegar hasta un posdoctorado, becas internacionales" y, en definitiva, "esa plata termina perdiéndose, el país pierde la posibilidad de aplicarlo de alguna forma por no socializar distintitos grupos entre sí". Se trata de un proceso complicado que "también resulta difícil de incorporar desde el Estado", dado que el sector científico tuvo enormes dificultades para adaptarse al nuevo modelo de gestión de los FONARSEC, porque "están muy acostumbrados a hacer siempre las cosas de la misma manera". Asimismo, "había internamente una resistencia enorme y nadie quería cambiar la propia unidad de auditoría interna", porque "nadie quiere hacer modelos nuevos". Era "más fácil hacer siempre lo mismo, es más cómodo", dado que "al hacer cambios siempre tenés conflictos y este tipo de cosas es interesante porque van generando cambios culturales, pero son los más difíciles de llevar adelante". En el FONARSEC, "el nivel de resistencia era importante" (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 22/03/2018).

5.4. Síntesis, discusión y conclusiones

El FONARSEC, puesto en marcha en 2009, combinó los instrumentos de alcance horizontal con los sectoriales o focalizados en áreas estratégicas, tomando como antecedente y modelo los Fondos Sectoriales de Brasil. A diferencia de Brasil, que financia cada fondo sectorial con impuestos de asignación específica, los Fondos Argentinos Sectoriales lo hicieron a través de programas de financiamiento externo con el BID y el BIRF, con una contrapartida nacional. El financiamiento del BIRF se destinó a los proyectos relacionados con las tres TPGs definidas como tales en el plan *Argentina Innovadora 2020*, una de las cuales es la nanotecnología, siendo su préstamo de 150 millones de dólares (Préstamo BIRF Nº 7599-AR) con una contraparte argentina de 75 millones.

Frente a la predominancia del financiamiento internacional en los instrumentos de promoción, rasgo característico del FONARSEC, surgen cuestionamientos en cuanto a la influencia que los organismos internacionales puedan ejercer sobre las orientaciones de las actividades científico-tecnológicas locales y en las áreas consideradas como prioritarias. Según algunas visiones, la predominancia del financiamiento internacional en las actividades de ciencia y tecnología nacionales obstaculiza procesos de decisión autónomos a través de la participación del Tesoro de la Nación. En el caso de la nanotecnología, la influencia de los organismos internacionales para determinar a la nanotecnología como un área “prioritaria” a promover desde políticas públicas locales fue central. Asimismo, la condición de que los proyectos sean consorciados entre grupos de investigadores y empresas fue solicitada por el Banco Mundial, pero según la que fuera directora del FONARSEC en el período 2009-2017, esto también se buscaba desde el lado argentino. Aunque si bien es visible el grado de influencia de los organismos internacionales en la definición de sectores estratégicos como la nanotecnología, la tesis carece de información empírica para determinar o analizar el grado de influencia de los organismos internacionales de crédito en relación a las políticas e instrumentos de política implementados por el MINCyT, como el FONARSEC.

Por otra parte, pese a que la determinación de las temáticas a promover por el FS Nano, se realizó en base a líneas de investigación científica, las políticas que

promovieron la nanotecnología desde 2003 nunca habían establecido definiciones claras de prioridades a nivel nacional, promoviéndola como un área tecnológica amplia, por lo que las líneas que promovieron los Fondos Sectoriales operaron como una suerte de orientación en ese sentido, configurándose como un instrumento focalizado. Al retomar el interrogante acerca de si los Fondos Sectoriales pueden ser considerados como una política tecnológica *mission oriented*, encontramos respuestas difusas. Por un lado, porque las temáticas a promover no fueron seleccionadas de acuerdo a necesidades o demandas productivas locales –aspecto que influyó en que el involucramiento de las empresas fuera débil y escaso– y, por el otro lado, porque la convocatoria FS Nano 2010 siguió definiendo temáticas amplias, definiendo varios objetivos que trataron de cubrir la nanotecnología: nanoarcillas, aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, nanoencapsulados y MEMS (sistemas micro-electro-mecánicos). Como resultado, algunos proyectos reunieron mayores características *mission oriented* y, en general, se trató de aquellos en los que hubo mayor involucramiento empresarial. Ahora bien, la convocatoria de 2012 contó con una lógica de demanda más focalizada, al centrarse exclusivamente en el sector productivo de hidrocarburos, a través del desarrollo de nanoproductos en sistemas Roca-Fluido.

Así, entre los proyectos que comparten mayores características *mission oriented* ubicamos, en primer lugar, al titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”, donde la empresa farmacéutica enterriana Eriochem lideró el consorcio, habiendo tomado la iniciativa para conformarlo, apuntando desde el inicio 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 testeos correspondientes que requiere que un medicamento ingrese al mercado–, el proyecto no acabó con la comercialización de estos fármacos. Sin embargo, desde esta empresa centrada en los tratamientos oncológicos, sostuvieron que su objetivo sigue siendo llegar al mercado, algo que esperan y 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 hacía uso de los instrumentos de apoyo del MINCyT y ANPCyT, habiendo aplicado al programa perteneciente al FONTAR “Recursos Humanos Altamente Calificados” (RRHH AC), que consiste en la incorporación de doctores a empresas por un período de tres 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.

Otro proyecto en el cual la participación de una empresa fue fundamental es el titulado “Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales” o NanoAR. En este caso fue la empresa marplatense Gihon Laboratorios Químicos, junto con el Grupo de Materiales Compuestos de Matriz Polimérica (CoMP) de la UNMdP, la que contribuyó a que el proyecto llegara a buen término, desarrollando el prototipo de los tubos plásticos para la conducción de petróleo. Este proyecto concentró la mayor cantidad de empresas –cinco en total–, aunque paradójicamente su involucramiento fue escaso, a excepción Ghion y, en menor medida, de YPF. De hecho, dos empresas ni siquiera se involucraron en realizar el seguimiento del proyecto, desvinculándose completamente, aunque no jurídicamente ni formalmente. Además, en el caso de Ghion, se trata de una empresa de base tecnológica, que tiene su propio departamento de I+D y cuyo co-fundador es, además, profesor en la UNMdP. Por tanto, el vínculo de Ghion con el sector científico-tecnológico estaba desarrollando mucho antes de participar en el FS Nano. El resto de las empresas de este CAPP, a excepción de YPF, tuvieron una participación escasa e incluso inexistente.

El proyecto “más exitoso” según los bancos y la ANPCyT y MINCyT,[213] el Nanopoc, tuvo una pobre participación empresarial, recayendo la mayor parte del trabajo en las instituciones públicas de investigación. A pesar de ello, el prototipo en versión final del dispositivo portátil de detección de enfermedades infecciosas estuvo listo pasados los cuatro años de extensión del proyecto. No obstante, a la fecha de cierre

[213] Para estos organismos un proyecto es “exitoso” siempre y cuando llegue a un prototipo final.

de esta tesis –mediados de 2019– por diversos motivos –que incluyen el desinterés de una de las empresas en la comercialización del Nanopoc, el retraso del cierre legal del CAPP que impide abrir el juego a otras empresas y la dinámica de trabajo del INTI– no se logró alcanzar la etapa de producción industrial y comercialización de este producto con una importancia económica y social para el Estado argentino que, paradójicamente, no se involucró en su difusión.

De estos tres casos, considerados como “más exitosos” por los bancos y MINCyT/ANPCyT, el caso de Eriochem se asemeja más a un proyecto orientado por una misión –*mission oriented*–, dado que antes del proyecto, 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. 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 de 2000 con el lanzamiento de la NNI estadounidense. Es decir, Eriochem hizo uso del FONARSEC orientándolo a sus necesidades productivas y comerciales.

Por otro lado, el proyecto NanoAR estuvo orientado a una demanda productiva de YPF que, sin embargo, por lo menos hacia fines de 2017 no estaba utilizando los tubos con nanoarcillas desarrollados a través del proyecto. Ghion estuvo fuertemente involucrada en el desarrollo de estos tubos, proyectando consolidarse como el proveedor de éstos a YPF, algo que no estaba sucediendo, por lo menos hacia fines de 2017. Desde YPF alegaron que la baja en el precio del petróleo a nivel mundial los desalentó a testear en campo estos tubos, proceso que requiere fuertes inversiones monetarias. Con esto, es posible ver que las condiciones macroeconómicas no son ajenas a estos casos y que impactan fuertemente sobre los proyectos de desarrollo científico-tecnológico. Por su parte, en el caso del Nanopoc, es llamativa la ausencia del Estado en la difusión del dispositivo, habiendo invertido previamente un monto importante en su desarrollo y habiéndose involucrado fuertemente en su producción, a través del INTI.

Un proyecto que merece ser comentado como caso “exitoso” es el proyecto titulado “Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies funcionales”, que logró capitalizar, aunque no tuvo los mejores resultados a su fecha de finalización, el conocimiento desarrollado en el marco del mismo y utilizarlo para otro proyecto, direccionándolo a una demanda específica. Este proyecto FS Nano constituye una experiencia de aprendizaje institucional y fortalecimiento de trabajo interdisciplinario entre un instituto de investigación, el INQUIMAE, y una empresa privada, Laring. En principio, el proyecto fue una especie de continuación de uno de los dos proyectos financiados por la ANPCyT en el marco del PAE: el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN). En este centro virtual participaron la FCEyN de la UBA, el CONICET y la CNEA por el sector público y las empresas INVAP, Nanotek, Darmex y B&W implantes dentales, donde el investigador responsable fue Ernesto Calvo. A pesar de que la empresa Laring no participó en el CINN, el doctor Calvo fue responsable en ambos proyectos y la empresa Darmex, que luego fue adquirida por la alemana Rhein Chemie, participó en ambos. Sin embargo, una vez iniciado el proyecto FS Nano, este se dividió en dos líneas, trabajando el INQUIMAE con Laring por un lado y, por el otro, la CNEA con Rhein Chemie. Como resultado, el INQUIMAE logró desarrollar los cristales fotónicos, que dieron origen a una patente, aunque no se logró desarrollar el anodizado de color blanco, que era el interés productivo de Laring. Sin embargo, el trabajo interdisciplinario no acabó con la finalización del proyecto, sino que continuó con otra línea de los Fondos Sectoriales: el Fondo de Innovación Tecnológica Regional (FITR). Así, mientras que en el proyecto FS Nano la empresa Laring fue integrada en el CAPP por invitación del sector científico –donde además incidió positivamente el hecho de que el responsable de la empresa había sido ex alumno del doctor Calvo, por lo que existía una relación y experiencia de trabajo previa–, en el FITR, según lo referido por Mac Donald, la presentación a la convocatoria y la conformación del CAPP se hizo en conjunto con la empresa, aprovechando la patente previa. Como corolario, Mac Donald resaltó que del proyecto de nanotecnología surgió una externalidad, que fue el desarrollo de una tecnología para extraer el litio minimizando el uso de agua –desarrollada en el marco

del FITR– y que, luego, fue la que recibió el premio del programa Bright Minds. En sus palabras: “Ese desarrollo es producto de un proyecto sectorial de nanotecnología. […] De alguna manera nosotros somos una parte de la trayectoria del sistema científico […]” (Comunicación personal con Isabel Mac Donald, 15/06/2017). Este caso da cuenta de una experiencia de aprendizaje, mostrando que el proceso de desarrollo de una tecnología innovadora requiere varios años. En este caso, un desarrollo nanotecnológico, que inicialmente estuvo desconectado del sector productivo, 15 años más tarde logró insertarse a un nicho concreto de demanda, atendiendo una necesidad social determinada, configurando un proceso de aprendizaje y escalamiento tecnológico.

Los restantes cuatro proyectos de la convocatoria FS Nano 2010 tuvieron distintas características, pero a su vez, similares tipos de problemas. El proyecto “Obtención de nanoarcillas a partir de bentonitas patagónicas para su aplicación en nanocompuestos”, que apuntó al desarrollo de nuevos materiales poliméricos y remediación ambiental, a través de la retención de contaminantes orgánicos y metales en suelos y aguas, atravesó fuertes complicaciones administrativas. En el mismo, la empresa Alloys tuvo una participación importante, dado que tenía interés en comercializar los productos desarrollados en el marco del proyecto, mientras que Castiglioni cumplió un rol secundario. La línea más fuerte que quedó como resultado fue la remediación ambiental y Alloys se encontraba buscando aplicarla para descontaminar el Riachuelo a fines de 2017. La debilidad administrativa y la falta de capacidades de comercialización figuran entre las principales debilidades detectadas en este caso.

El proyecto inconcluso es el titulado “Desarrollo, producción y aplicación de nanocompuestos y aleaciones nanoestructuradas”, cuyo objetivo fue desarrollar una plataforma tecnológica para acercar nuevos 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. En las antípodas de un proyecto *mission oriented*, este CAPP integró empresas

para cumplir los requisitos de la ANPCyT. En palabras de su director: “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. Que yo llegue a sacar un producto con una empresa, lo voy a sacar igual, esté el proyecto o no esté el proyecto”. En otras palabras, la motivación de conformar el CAPP provino desde la institución pública de I+D y el objetivo primario para su conformación fue la adquisición de equipamiento, buscando la conformación de una plataforma tecnológica que acerque la nanotecnología a la industria metalmecánica. Transcurridos los cuatro años de extensión del proyecto, éste aún no se encontraba finalizado. A pesar de que para el centro tecnológico, como lugar físico para la plataforma, se había conseguido un espacio en el predio del INTI, el proyecto se vio extendido temporalmente debido a que la devaluación había afectado fuertemente el monto disponible del mismo, el cual –a fines de 2017– estaba a la espera de una adenda para terminar de ejecutar la compra de varios equipos, adenda que debía ser firmada y autorizada por la autoridad máxima de la FIUBA, como lo indica el Manual Operativo del FONARSEC, que estaba demorada por una disputa política entre el Secretario de Ciencia y Técnica de la FIUBA y el investigador a cargo de la dirección del proyecto. Este caso visibiliza las enormes dificultades administrativas y burocráticas que enfrentaron estos proyectos tecnológicos.

Por su parte, el proyecto “Materiales magnéticos de estructura amorfa y nanométrica” presenta sus propias particularidades. Aunque los bancos y el MINCyT y la ANPCyT pueden considerarlo como uno de los proyectos “exitosos”, dado que alcanzó las metas que se propuso al iniciar el proyecto, la comercialización seguía siendo un tópico ausente, por lo menos hacia fines de 2017. Su objetivo general fue el desarrollo, a escala de prototipo industrial, de materiales magnéticos que permitan un ahorro de costos, ahorro de energía e impacto ambiental, que se destinarían a núcleos magnéticos e imanes, componentes esenciales de una gran variedad de dispositivos, como transformadores, motores, generadores, electroimanes, etc. Si bien en este caso, una de las empresas –Electropart- mostró gran interés en la aplicación productiva, el desarrollo se llevó a

cabo en su totalidad por las instituciones científicas públicas que integraron el CAPP y, como corolario, una plata piloto había sido instalada en la FIUBA. Aunque, las ventas del material magnético que Electropart pretendía incorporar a los núcleos de los trasformadores que fabrica actualmente no se llegaron a concretar, debido a una descomposición sufrida por uno de los equipos adquiridos a una empresa italiana en el marco del proyecto –equipo que se encuentra emplazado en la FIUBA-.

El último proyecto de la convocatoria de FS Nano 2010, titulado “Nanotecnología para el desarrollo y producción de textiles funcionales”, se propuso desarrollar textiles con innovaciones a través de micro y nanoencapsulado de sustancias naturales que resulten repelentes a insectos vectores de enfermedades, como los mosquitos, ectoparásitos u otros insectos hematófagos. Las deficiencias de este CAPP fueron varias. Por un lado, el desinterés de la única empresa participante, Guilford, a raíz de un cambio gerencial en la misma que impactó de manera negativa sobre el desarrollo de este proyecto. Por otro lado, la ausencia en el CAPP de una empresa que realice síntesis química. Aunque en el transcurso del proyecto se lograron desarrollar textiles con funcionalidad recargable y textiles funcionales para otras aplicaciones –ignífugos, insecticidas–, ninguna empresa incorporó a su línea productiva los tejidos recargables, dado que la ANMAT no cuenta una catalogación para este tipo de productos. Los dos centros del INTI –de textiles y química– junto con un instituto de la UNMdP, el INTEMA, fueron los que llevaron a cabo los desarrollos de los tejidos repelentes recargables, que fueron aplicados a cortinas y a otros artículos como carpas. El centro de textiles del INTI fue el que impulsó la conformación del CAPP, buscando integrar luego empresas interesadas. Finalizado el proyecto, ninguna empresa había logrado incorporar a su línea productiva los tejidos recargables por la inexistencia de catalogación para este tipo de productos por parte de la ANMAT, sin la cual ninguna empresa puede comercializar este tipo de tejidos. En este caso en particular, además de las características dificultades administrativas, la inexistencia de un marco regulatorio para nanotecnología aparece como escollo para avanzar en la comercialización.

El único proyecto aprobado en la convocatoria FS Nano 2012, “Nanoproductos para la industria petrolera” o NanoPetro, como se conoce entre los actores que participan del mismo, a fines de 2017 no se encontraba finalizado. En este caso, la ANPCyT decidió enfocarse en potenciar el desarrollo de nanoproductos para la industria petrolera, observándose una lógica de demanda más focalizada, al atenderse exclusivamente a un sector productivo concreto. En este caso, fue la empresa YPF (Y-TEC) la que traccionó la conformación del CAPP, orientándolo hacia sus objetivos comerciales, buscando los socios de las instituciones públicas más afines a sus objetivos. El proyecto tuvo entre sus mayores complicaciones las demoras en el desembolso del dinero para iniciar el proyecto, las devaluaciones del peso argentino, lo que impactó fuertemente en la pérdida de poder de compra del CAPP, dificultando la adquisición del equipamiento científico-tecnológico necesario para avanzar en el desarrollo de los productos de nanotecnología que apuntan a mejorar los rendimientos de la extracción de petróleo en Argentina. Por otro lado, pese a las complicaciones de gestión, desde Y-TEC valoraron el trabajo interdisciplinario entre sus propios investigadores con los investigadores de las instituciones públicas, el INIFTA y el CETMIC.

En síntesis, se observó una percepción variable de los actores entrevistados en relación a los resultados obtenidos en el proyecto, dependiendo de su pertenencia institucional: una institución pública de CyT o una empresa privada. Mientras los investigadores asociaron el éxito de los proyectos a la posibilidad de publicar papers, formar recursos humanos, abrir nuevas líneas de investigación y adquirir bienes de capital para sus instituciones de pertenencia, los empresarios focalizaron en la posibilidad de adquirir equipamiento industrial, escalar y comercializar productos, y formar redes de contactos con el sector científico-tecnológico. En relación a este último punto, 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 otra parte, las críticas más fuertes de los beneficiarios giraron en torno a las dificultades administrativas y de gestión y respecto a la pérdida de poder de compra del CAPP frente a devaluaciones del peso argentino. En este sentido, desde las autoridades del FONARSEC, Mac Donald comentó que las dificultades administrativas fueron de enorme magnitud por la costumbre de los beneficiarios del sector público de manejase administrativamente según los reglamentos de la institución a la que pertenecen: “En lugar de hacer las cosas con las normas de los bancos, las hacían con las normas de la universidad” y “cuando las querían rendir no entraban”, porque “lo habían pagado con montos propios y no utilizando el subsidio”. Entonces, fue “una falta de disciplina, de organización enorme, de registrar normas”. Por su parte, las empresas en general no manifestaron grandes críticas hacia los aspectos de gestión y de administración, algo que también señaló la directora del FONARSEC: “hubo problemas, en general, con todo lo que fuera público y no hubo problemas, en general, con las empresas”. Para las empresas las dificultades más fuertes se concentraron en el plano técnico y comercial.

Aunque para las autoridades del FONARSEC, este instrumento, si bien novedoso, presentó muchas dificultades al momento de su ejecución, que podemos resumir en una escasa capacidad de planificación y definición de temáticas –definidas por consultorías centradas en el sector científico–, la ausencia de seguimiento y evaluación de los proyectos por parte de la ANPCyT –el seguimiento que se realizaba abarcaba la ejecución del dinero y sus correspondientes rendiciones–, así como una escasa retroalimentación entre el diseño e implementación de los programas.

El abordaje microeconómico que realizamos a partir de los estudios de caso presentados permitió visibilizar las dinámicas que se ponen en marcha al momento de ejecutar proyectos científico-tecnológicos con una condición novedosa, que incluía la vinculación entre investigadores y empresas, en contexto socioeconómico semiperiférico. En este sentido, las debilidades más fuertes que atravesaron la mayoría de los proyectos fueron complicaciones burocráticas, administrativas y de gestión y las relacionadas con la volatilidad de la moneda nacional, algo que en

términos de North (1990) se define como altos costos de transacción, entendidos, desde nuestra perspectiva, como costos de coordinación y articulación de actores públicos y privados en procesos de I+D+i y de su vinculación con procesos productivos. Desde la perspectiva del análisis institucional, los Fondos Sectoriales pueden ser entendidos como el diseño de “reglas de juego” que se proponen generar incentivos para la vinculación tecnológica público-privada intentando incidir acotar los costos de transacción en contexto de alta incertidumbre.

Según este mismo economista, si existen derechos de propiedad eficientes y modelos precisos para guiar los procesos de coordinación entre actores públicos y privados, los costos de transacción serán bajos. En cambio, con altos costos de transacción las organizaciones tendrán muchas dificultades en los procesos de coordinación (North, 1990: 52). En los proyectos FS Nano se presentaron grandes dificultades en materia de coordinación, que se resumen en una falta de coordinación entre la ANPCyT y demás organismos de CyT –por ejemplo, CONICET en el otorgamiento de becas–, una falta de coordinación administrativa entre las partes beneficiarias y entre las instituciones que administran la transferencia –ANPCyT y el Banco Mundial– en los protocolos de acción y la ausencia de coordinación entre el MINCyT con otros ministerios para avanzar en el escalado industrial de los prototipos desarrollados en el marco de los proyectos. Por otro lado, en muchos casos la cooperación se rompió –lo que puede verse en el desinterés de varias en el estado de desarrollo de los proyectos–, lo que según North (1990: 57) indica que los CAPPs operaron en un entorno de información incompleta, dado que el MINCyT descuidó los aspectos vinculados a diagnósticos y prospectivas que permitieran hacer circular información necesaria para los actores involucrados.

En este sentido, North (1990: 54) señala que el subdesarrollo de las economías del tercer mundo se manifiesta en su incapacidad para desarrollar contratos efectivos en torno a una transacción con bajos costos. En este tipo de países, según el autor, el cumplimiento de los contratos requiere de un Estado coercitivo, capaz de monitorear, haciendo cumplir los contratos (North, 1990: 59). Por tanto, las economías menos desarrolladas se caracterizan por contar con una infraestructura

institucional inefectiva, en la cual problemas de escasa magnitud, como la incapacidad para obtener piezas de repuesto para un equipo importado o la espera de dos años para comprar un equipo, se tornan obstáculos serios. En este sentido, las deficiencias y debilidades más serias de los Fondos Sectoriales se relacionan con las demoras en la adquisición de equipamiento, la obtención de los permisos para realizar las compras bajo el proceso de licitación correspondiente y las demoras en el desembolso del dinero para dar inicio a los proyectos, así como también la pérdida del poder de compra de los CAPPs por los procesos de devaluación de la moneda nacional.

Otro factor que dificultó el desarrollo de los proyectos en muchos casos fue la escasa participación empresarial que, en el caso de nanotecnología, se vio agravado por la falta de empresas que estuvieran trabajando con nanotecnología o estuvieran interesadas en hacerlo al momento de la convocatoria. 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 mayormente por sectores de baja intensidad tecnológica que, por lo general, no generan demandas tecnológicas, y una escasa inversión en I+D del empresariado argentino. En la mayoría de los casos fueron los grupos científicos los que traccionaron la conformación de los CAPPs y las empresas fueron invitadas a participar. Por tanto, en general, en los proyectos de nanotecnología hubo escasa participación empresarial en el desarrollo de los prototipos, aunque hubo algunos proyectos donde la participación de una de las empresas del CAPP fue esencial. Como resultado, en muchos casos los proyectos consorciados terminaron funcionando como proyectos de I+D, sin la generación de un aprovechamiento comercial de sus resultados. En este sentido, podemos sostener que los Fondos Sectoriales tuvieron impactos en aquellos casos en los que hubo un involucramiento empresarial y donde las empresas lideraron los proyectos, definiendo sus objetivos en base a sus necesidades productivas, denominados como casos testigos. No obstante, en términos estructurales, la matriz productiva no se modificó pese a la

mayor inversión pública en apoyo de la innovación consorciada entre el sector de investigación y el productivo.

El objetivo general que se propuso el FONARSEC, como iniciativa novedosa en materia de política científico-tecnológica, fue incentivar 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", en palabras de Sabato (2004), problema estructural que persiste en la actualidad en nuestro país. Considerando esta dificultad histórica, mediante el financiamiento de algunos proyectos que promovieron la conformación de alianzas público-privadas, claramente no era de esperar que el FONARSEC resolviera un problema de esta escala, por lo que, el principal logro de este instrumento fue comenzar a abonar el terreno en materia de vinculación público-privada, generando procesos de aprendizaje en este sentido.

En suma, 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. En este sentido, existieron eslabones que no fueron considerados en el diseño del instrumento, como fueron los vinculados a los aspectos regulatorios –como se ve en el proyecto de los textiles funcionales– y aquellos relativos a la gestión de los proyectos, como 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 caracterizan la economía argentina de los últimos años. Además, el principal objetivo del instrumento, que era introducir un desarrollo tecnológico en el mercado, como por ejemplo un set de diagnóstico de enfermedades infecciosas o tubulares para la conducción de petróleo reforzados con nanoarcillas, no se logró en ninguno de los nueve proyectos en nanotecnología. 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) la acumulación de aprendizajes en el impulso 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 un spin-off de capital nacional.

Ahora bien, todos los casos abrieron oportunidades para generar conocimiento en el ámbito de la gestión pública, en orden de adaptar y mejorar los instrumentos de financiamiento, así como también para diseñar nuevos instrumentos de financiamiento que posibiliten contemplar y responder a demandas específicas requeridas en el marco de iniciativas asociativas entre el sector público y el privado en contexto de país semiperiférico. En este sentido, muchas de las deficiencias operativas y de gestión pueden llegar a reducirse considerablemente a través del desarrollo de lo que se conoce como capacidades burocráticas weberianas –que caracterizamos en la “Introducción” de esta tesis–, característica necesaria para los Estados desarrollistas, según Evans (1996), quien asoció la ineficacia del Estado a la falta de normas y relaciones burocráticas predecibles del aparato estatal, algo que se define como una estructurara institucional ineficiente en términos de North. Según este autor, 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 meritocrática, corporativa y organizada. Estas características estructurales del Estado y los lazos fuertes con otros grupos empresariales y de la sociedad civil dan lugar a lo que Evans (1996: 21) denomina “autonomía enraizada”.

En esta dirección resulta útil el concepto de “bolsones de eficiencia”, desarrollado por Evans (1996) para caracterizar los Estados desarrollistas. Según este autor, los Estados intermedios –aquellos que presentan rasgos de Estados desarrollistas y de Estados predatorios– son aquellos que alcanzaron un éxito considerable en el

impulso de ciertos sectores industriales, 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 el primer paso hacia la creación de un bolsón de eficiencia, pese a las deficiencias operativas y de gestión que hemos analizado. En el caso del FONARSEC, si bien el grupo que estuvo a cargo de los procesos de gestión y administración del mismo mostró un alto grado de compromiso, aprendizaje y seguimiento, este programa se insertó en un contexto burocrático que difícilmente podría caracterizarse como weberiano, siendo esto una limitación importante en la ejecución de los proyectos. En cuanto a la autonomía enraizada del sector de ciencia y tecnología en el sector empresario, esto se logró parcialmente en algunos casos particulares, donde el involucramiento y el interés empresarial fueron vitales para el desarrollo de los proyectos.

Karo y Kattel (2015: 4-5) agregan que las capacidades políticas de una organización pública –que abarcan las capacidades administrativas– deben entenderse como resultados de las rutinas sistémicas diarias dentro de la misma organización y dentro de su contexto. Entonces, una vez que ciertas rutinas organizativas se vuelven dominantes, resulta costoso cambiarlas, ya que normalmente significaría cambiar la estructura organizativa, contratar a nuevas personas, capacitarlas, entre otras acciones. Por ejemplo, cuando se creó el FONARSEC generó una resistencia por parte de los organismos públicos a adaptarse al nuevo modelo de gestión, lo que derivó en las consecuentes dificultades en el plano administrativo y de gestión que enfrentaron los beneficiarios. En palabras de Mac Donald, “había internamente una resistencia enorme y nadie quería cambiar la propia unidad de auditoría interna. […] ‘Ya hay modelos aceptados y hay que hacer un modelo nuevo’. Nadie quiere hacer modelos nuevos. Es más fácil hacer siempre lo mismo, es más cómodo”.[214]

En la misma dirección, Block (2008: 3-4) distinguió entre “Estado Burocrático Desarrollista”, “diseñado para ayudar a las empresas domésticas a acortar la brecha

[214] Este proceso puede interpretarse como un avance en la conformación de lo que Karo y Kattel (2015: 2) llaman “burocracias de innovación”, integrada por organizaciones del sector público que apoyan la innovación tecnológica a través de la financiación y la regulación.

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 modelo impulsado por el Estado estadounidense, que seleccionó a la nanotecnología como la próxima TPG a partir de la cual impulsar innovaciones radicales en productos y procesos. En cambio, en el caso argentino, como país semiperiférico, de la falta de capacidades institucionales y de estabilidad que hagan posible implementar un modelo de Estados Desarrollista en Red se infiere la necesidad de 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, sea capaz de diseñar 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.

Finalmente, avanzar en la consolidación de la política focalizada del MINCyT, ejecutada a través de los Fondos Sectoriales, requiere resolver dos importantes “cuellos de botella” que caracterizaron los procesos de ejecución de los proyectos en los casos analizados. Por un lado, la adaptación de la estructura burocrática-institucional de la ANPCyT para acompañar procesos de desarrollo tecnológico e innovación que requieren de tiempos y modalidades de gestión ágiles, como así también el diseño e implementación de mecanismos *ad hoc* frente a situaciones imprevistas, que pueden ir desde la rotura de un equipamiento científico-tecnológico o industrial importado a devaluaciones sucesivas de la moneda local con la consecuente desactualización de los presupuestos y la disminución del poder de

compra de los proyectos. En esta dirección, la importancia de contar con equipos humanos que sean capaces de liderar procesos de alta complejidad administrativa, como los involucrados en el marco de los Fondos Sectoriales, fue uno de los aprendizajes más relevantes de esta experiencia. Por otro lado, la importancia de que el MINCyT desarrolle instrumentos de gestión en coordinación con otras esferas del ámbito público –ministerios de las áreas de economía, comercio, industria, relaciones internacionales, etc.– y privado –cámaras sectoriales, federaciones empresarias, y uniones industriales y comerciales del país y la región– con el objetivo de facilitar la llegada de los productos a la etapa comercial y avanzar en los procesos de enraizamiento socioeconómico a partir de la difusión e implementación de desarrollos tecnológicos con capacidad de impacto sobre la estructura productiva nacional. En los proyectos financiados, un tópico ausente fue el desarrollo de estrategias de comercialización orientadas a lograr la inserción de los productos tecnológicos obtenidos en nichos de mercado competitivos. La implementación de este tipo de estrategias habría significado para el Estado abrir las posibilidades de recuperar la inversión de riesgo realizada al financiar los primeros pasos de los proyectos consorciados. El principal motivo que explica la imposibilidad de aplicar esta estrategia es que el MINCyT no desarrolló instrumentos de gestión en coordinación con otras esferas del ámbito público y privado.

A pesar de las debilidades analizadas, los Fondos Sectoriales, a nuestro juicio, constituyeron la innovación de mayor envergadura de la ANPCyT desde su creación en 1996 al buscar promover, con una escala de financiamiento inédita, el desarrollo de proyectos consorciados de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación con posibilidades de impactar en segmentos productivos y sociales. En este sentido, las firmas que se presentaron en las convocatorias no necesariamente fueron las que tenían los mejores proyectos, sino que fueron aquellas que estuvieron dispuestas a superar distintos tipos de barreras y a soportar esperas para obtener los recursos de apoyo. Este último punto puede interpretarse como un primer paso en la promoción de culturas empresariales afines al riesgo, al involucramiento en emprendimientos de I+D y, como punto de llegada, a la innovación de productos y procesos.

Capítulo 6: Empresas argentinas de nanotecnología

6.1. Introducción

Un interrogante que atraviesa esta tesis es determinar cuáles fueron los efectos multiplicadores de las políticas que promovieron la nanotecnología desde entre 2003 y 2015. En este sentido, al buscar determinar el impacto de la nanotecnología sobre la estructura productiva, cobra relevancia el sector productivo. Este sector es clave si se tiene en cuenta que en los proyectos financiados por los Fondos Sectoriales el objetivo general había sido vincular al sector científico con el sector productivo, buscando, en última instancia, el escalado y la comercialización de los productos nanotecnológicos desarrollados a través del desarrollo de estos proyectos consorciados. Aunque también existen empresas que lograron generar desarrollos a base de nanotecnología por cuenta propia. Por tanto, en este capítulo indagamos en las características y particularidades del mercado argentino de nanotecnología, presentando especial atención a las empresas consideradas "de nanotecnología", buscando identificar las empresas nacionales que están relacionadas con la nanotecnología.[215]

La hipótesis que guía este capítulo supone que el sector productivo nanotecnológico, que incluye empresas de capitales nacionales que compiten en el mercado interno –y a veces también en el exterior– y empresas que cuentan con proyectos en nanotecnología, sigue siendo un grupo acotado y reducido, mientras que su grado de vinculación con el sector de investigación se encuentra en crecimiento en 2015, pese a las dificultades en gestión y administración características de los proyectos consorciados y financiados con inversión pública.

El capítulo se divide en tres secciones. En la primera sección se identifican y caracterizan las empresas argentinas que cuentan con actividades nanotecnológicas y que ya comercializan sus desarrollos en el mercado, precisando el tipo de relación existente. La segunda hace lo propio con las empresas nacionales

[215] Para un panorama global de la inversión en NyN, patentes y estimaciones de mercado en nanotecnología véase el Apéndice, donde se demuestra que, en la actualidad, a nivel global la nanotecnología funciona como se espera que funcione una TPG.

involucradas en proyectos de I+D en nanotecnología o que todavía no comercializan sus desarrollos. Por último, buscamos determinar el grado de vinculación de estas con el sector científico y de investigación. Finalizamos presentando algunas conclusiones parciales.

6.2. Empresas argentinas de nanotecnología

Dado que la nanotecnología no puede ser atribuida a una industria o una rama industrial específica, se generan discrepancias al momento de contabilizar la inversión pública, las patentes, las proyecciones de mercado y, lo mismo sucede, al momento de contabilizar las empresas relacionadas con la nanotecnología. Al no ser una industria, la nanotecnología no tiene ningún código de patente, lo que dificulta la identificación de empresas de nanotecnología. Sin embargo, existen "empresas dedicadas a la nanotecnología". En este apartado intentamos contabilizar las empresas nacionales que están vinculadas a la nanotecnología, describiendo su relación con la nanotecnología y sus características más relevantes. Todo ello con el objetivo de determinar el impacto que tuvieron las políticas de promoción a la nanotecnología sobre el sector productivo.

Hay varios estudios que presentan un inventario de empresas de nanotecnología argentinas. Así, Vila Seoane (2011) identifica 45 empresas nanotecnológicas al año 2011. El trabajo de Záyago Lau, Foladori, Carroza, Appelbaum, Villa y Robles-Belmont (2015) identificó 58 empresas, mientras que un trabajo posterior del mismo conjunto de investigadores llegó a contabilizar la cantidad de 37 empresas (Foladori et al., 2017c). Por otra parte, según un estudio de consultoría del MINCyT publicado en 2016, aunque realizado entre octubre de 2012 y diciembre de 2013, las empresas de nanotecnología en Argentina alcanzaron un total de 83 (MINCyT, 2016a: 47). Estas discrepancias pueden atribuirse a los distintos criterios que fueron utilizados en cada estudio para determinar qué es una "empresa de nanotecnología". Como indicó Vila Seoane (2011: 60), parte de la dificultad radica en que muchas empresas pueden ser usuarias de desarrollos nanotecnológicos, como de nanomateriales en sus procesos productivos, sin necesariamente tener o desarrollar algún tipo de proceso específico para su producción, el cual puede estar desarrollado en otra

empresa. En esta tesis vamos a considerar y contabilizar como empresas de nanotecnología a aquellas empresas que: i) sean de capitales nacionales (se excluyen empresas importadoras de nanotecnología y empresas usuarias, filiales y empresas representantes de otras del exterior, dado que no realizan procesos nanotecnológicos dentro del país); y ii) tengan productos y/o procesos vinculados a la nanotecnología o, en algunos casos, a la microtecnología en el mercado, desarrollados por sí mismas y/o en conjunto con algún grupo de investigación, o que cuenten solamente con proyectos de I+D de nanotecnología, aunque estas actividades no sean mayoritarias en la actividad total de la empresa.

Las dificultades para identificar el número exacto de empresas de nanotecnología en Argentina para un período específico de tiempo se debieron, principalmente, a la escasez de información oficial y a la dinámica del propio sector. No existe en nuestro país una regulación con respecto al etiquetado del contenido de la nanotecnología en el producto y/o proceso, por lo que muchas empresas no mencionan ni dan a conocer estos detalles al público. Por ello, el inventario de empresas que presentamos en esta tesis no es exhaustivo, aunque consideramos que constituye un aporte actualizado en cuanto a la presencia y utilización de la nanotecnología en el sector productivo nacional.

Antes de entrar en este análisis, cabe aclarar que la metodología seguida para identificar a las empresas fue, en primer lugar, la realización de una búsqueda sistemática de información, utilizando varias fuentes: artículos científicos, informativos y de divulgación; informes y consultorías; convocatorias públicas; conferencias académicas; entrevistas con representantes de empresas e investigadores; notas o artículos periodísticos en diferentes medios de comunicación.[216] En segundo lugar, los datos obtenidos fueron validados a través

[216] Así, fueron consultadas las empresas que participaron en las redes PAE de la ANPCyT, las empresas que participaron de la convocatoria de Ideas-Proyecto de la FAN, las empresas que figuran en “Quién es quién en nanotecnología en Argentina” (2010; 2012), las empresas que figuran en la publicación del MINCyT sobre la nanotecnología (BET, 2009), según la cual se detectaron 22 empresas relacionadas con nanotecnología, de las cuáles se publicó información de 18 que contestaron una encuesta. También fueron consultadas las empresas que participaron de la convocatoria FSNANO 2010 y 2012 del FONARSEC de la ANPCyT, las empresas identificadas

de los siguientes criterios: un reconocimiento explícito de la aplicación o utilización de la nanotecnología por parte de la empresa en su sitio web; la existencia de algún tipo de material de marketing del producto que muestra el contenido de la nanotecnología; algún representante o vocero de la empresa que reconoce el uso de la nanotecnología en artículos, entrevistas o presentaciones públicas.

Como resultado, el proceso de búsqueda arrojó un número de 53 empresas en total. Sin embargo, distinguimos entre aquellas empresas que ya cuentan con aplicaciones propias en el mercado y aquellas que sólo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología. De esta forma, entre las empresas que cuentan con aplicaciones propias en el mercado contabilizamos 28 y entre las que sólo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología o que todavía no comercializan sus desarrollos, ubicamos 25 empresas. Otras categorías de distinción son entre las grandes empresas que tienen sus líneas de productos en base a los desarrollos de sus propios laboratorios de I+D, ya sea dentro o fuera de la empresa, o que están incursionando en la aplicación de la nanotecnología. Por el otro lado, se encuentran las pequeñas empresas, que pueden ser *spin-offs* de universidades, en donde los emprendedores se encuentran explotando conocimientos desarrollados en los laboratorios o PyMEs nacionales. Aunque, es importante señalar que muchas de las empresas identificadas no basan sus actividades principalmente en la nanotecnología, sino que desarrollaron o están desarrollando algún producto a base de nanotecnología que integra su línea productiva.

6.2.1. Empresas con aplicaciones propias en el mercado

Entre las empresas que cuentan con aplicaciones de nanotecnología y, en algunos casos, también de microtecnología, propias en el mercado contabilizamos 28.[217]

según el estudio de consultoría del MINCyT (2016a) y las empresas identificadas en dos trabajos de investigación sobre la temática (Záyago Lau et al, 2015; Foladori et al., 2017c).

[217] Acerca de las empresas con aplicaciones nanotecnológicas en el mercado, en la Figura 6.1. del Anexo se ofrece la información sistematizada en un cuadro, que incluye el nombre de la empresa, año de creación, ubicación geográfica, tamaño de la empresa (a través del número de empleados), el tipo de nano/microtecnología que utiliza, su facturación anual aproximada, si tiene vinculación con el sistema científico, el sitio web de referencia y la fecha de consulta del mismo.

6.2.1.1. Nanotek

Según Nanowerk, el sitio web que contiene varias bases de datos sobre nanotecnología, incluyendo un registro global de compañías nanotecnológicas, Argentina posee una sola empresa de nanotecnología: Nanotek.

Nanotek es una empresa que desarrolla productos y procesos en base a nanotecnología que pueden ser aplicados en diversas áreas o sectores industriales, como en ambiente, pinturas, cosméticos, plásticos, materiales de construcción, entre otros (Nanotek, 2019), dado que se encuentra en constante expansión y diversificación de productos. En concreto, Nanotek produce nanopartículas (nanometales, nanoóxidos y nanoaleaciones), desarrolla procesos utilizando nanopartículas (para remediación ambiental, mitigación de arsénico en aguas de napas, de impregnación de nanopartículas en textiles) y nanoproductos para ser incorporados (como estabilizadores de suelos, pinturas, vestuario y accesorios de uso hospitalario, calzados, ropa deportiva). Su planta productiva se encuentra ubicada en la provincia de Santa Fe y sus oficinas comerciales en la localidad bonaerense de Acassuso. La empresa ganó varios premios y algunas distinciones y actualmente es la empresa icónica de la nanotecnología argentina.[218]

Esta empresa se creó en 2006, como un desprendimiento de otra que brinda servicios para fletamento marítimo o fluvial, Service Management. El gerente general de Nanotek, que por aquel entonces era gerente técnico de Service Management, explicó que el dueño de esta empresa decidió “buscar nuevos proyectos”. Así, “el primer proyecto que encaramos fue transformar una flota de camiones y colectivos urbanos a GNC [Gas Natural Comprimido], para evitar la contaminación ambiental” y después “empezamos a ver el tema de biocombustibles”. Así, buscando “gente de la ciencia, de la tecnología que supiera del tema”, se llegó a generar contactos con algunos centros del CONICET y con “un grupo de científicos del CONICET en el antiguo INGAR”,[219] uno de los cuales

[218] Ganó dos premios Innovar (2007 y 2009) y distinciones de la FAN, el BID, entre otros. En 2019 ganó el premio HSBC-LA NACION a la Pequeña y Mediana Empresa en la categoría a Tecnología.
[219] El Instituto de Desarrollo y Diseño es un instituto de investigación y transferencia de tecnología en áreas de ingeniería, con líneas de investigación y desarrollo en ingeniería de procesos químicos,

comentó que “que hay un tema con las nanopartículas, que es la nueva onda, pero estaba muy verde todavía”. Al comentarle esto al dueño de Service Management, le interesó, pero “no teníamos ni idea de cómo se hacía una nanopartícula”, por lo cual “hablé con los químicos estos, les dije ‘¿ustedes son capaces de hacer nanopartículas?’ Y me dicen, ‘tenemos que estudiar, no tenemos ni idea’”, por lo que “contratamos una chica licenciada en Química que, guiada por ellos, que tenían su trabajo en el INGAR, comenzaron a hacer las pruebas para obtener nanopartículas. Así en el año 2005, obtuvimos las primeras nanopartículas que eran de hierro” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

A partir de la asociación de inversores privados con un investigador del CONICET, donde los primeros aportaron el dinero y las habilidades empresariales, mientras que el segundo aportó el conocimiento necesario, logrando desarrollar las nanopartículas de hierro, el personal de Service Management empezó a pensar en crear una nueva empresa, que represente más adecuadamente su actividad. Según Tobías, se generó un conflicto, dado que “estaba mal visto que alguien de la ciencia pueda intercambiar con la industria su conocimiento”, porque “un científico que dejaba translucir algo que él había aprendido en los laboratorios del CONICET y lo llegaba a pasar a la industria era como que estaba vendiendo la información secreta del Estado y que al final el Estado ponía dinero para prepararlo a él como científico y después él vendía su idea a una empresa”, por lo que “era como que quedaba excomulgado como científico”. Ese “fue nuestro primer encontronazo con la realidad científica argentina y uno de los dos científicos dijo ‘yo no sigo. No me quiero comprometer, tengo miedo que esto después me perjudique a mi carrera’. Y se abrió. No participó del proyecto Nanotek”, mientras que el otro, “como no era tan de carrera […] y tenía experiencia laboral como Ingeniero Químico en una planta siderúrgica” y “después entró al CONICET”, “él con una visión más empresaria, dijo

reactores biológicos, tratamiento de efluentes, confiabilidad y sistemas de información. Su misión es la de generar conocimiento, transferir paquetes tecnológicos al sector productivo y asesorar en aspectos puntuales al mismo, de manera de mejorar la competitividad de las empresas y de realizar investigación científica-tecnológica con formación de recursos humanos. Para mayor información consultar: http://www.ingar.santafe-conicet.gov.ar/ (Consultado el 11/04/2019).

‘yo si quiero continuar’ y siguió” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Así, en 2006 nació Nanotek como una división de medio ambiente en Service Management, buscando aplicar las nanopartículas de hierro en “temas ambientales” como remediaciones ambientales. Pasados cinco meses, “tuvimos que apartarnos de ese rubro porque no nos identificaba, porque identificaba a una empresa de transporte y servicios marítimos y no a una empresa de tecnología”, por lo cual “creamos el nuevo nombre y una nueva razón social, que nos ponía como importador o exportador de tecnologías, nanotecnología y el producto derivado de la química fina, que es el objeto social de la empresa”. En estos primeros años “entraba poca plata a la empresa” y “casi todo fue aporte del socio mayoritario”, que aportó “para sostener la estructura de la empresa, sueldos, todo; una inversión privada nacional”, porque “nadie entiende de qué hablás o no conocen, entonces costaba vender algo” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

En 2008, la empresa ganó una licitación internacional en Paraguay para la remediación de una central hidroeléctrica contaminada con PCB -compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno-, lo que le llevó a tener su primera “facturación importante”. La obra duró alrededor de ocho meses y Nanotek realizó “la primera descontaminación de PCB en sólido, en concreto, sin destrucción ni rotura, ni nada” y “se volvió a usar la central”. Luego de eso, Nanotek empezó a desarrollar productos con nanopartículas y en 2009 “comenzamos a producir las primeras nanopartículas de plata” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017). Ese año se agregaron nuevos productos, entre ellos SoilTek, que permite mejorar la transitabilidad en calles y rutas de tierra, arena o ripio, otorgando capacidades mecánicas superiores, y según la empresa, a un costo significativamente inferior. Además, se desarrolló la tecnología nanArgen, que inhibe el crecimiento de una amplia gama de gérmenes, hongos y bacterias, actuando e interfiriendo en su medio e imposibilitando que los microorganismos

desplieguen mecanismos de resistencia. La empresa está incursionando en la aplicación de este producto, tanto en la industria textil como en pinturas.

Tobías resume los desarrollos de la empresa, sosteniendo que cuentan con dos procesos dentro del área ambiental: el NanoCatox, que sirve para descontaminación de estaciones de servicio, y el Clorox, que es "para la destrucción de clorados, entre ellos los griferidos, que es la que usamos en Paraguay". Además, en un proyecto junto con CNEA, desarrollaron un proceso para reducir la toxicidad del arsénico en aguas subterráneas, "por lo menos 10 veces". Este proyecto fue ganador del Premio Innovar en 2009. Luego, en el área textil, desarrollaron "un proceso que se llama texArgen" para incorporar nanoplata a distintos tipos de telas, a través de spray, "para generar metros cuadrados de superficies activas, bioactivas, que después sean utilizados en un montón de cosas, por ejemplo, la funda de la almohada para que no tenga ácaros o bacterias, etc", lo que "nos derivó también a fabricar almohadones para mascotas", sin "olor a perro", porque se autolimpia.[220] También, desarrollaron plantillas sin olor para calzado, para tres empresas nacionales, una máquina que produce curitas antibacterianas, y se encuentran desarrollando telas para "hacer delantales antibacterianos, antivirales con barrera bioactiva". En recubrimientos superficiales, la empresa desarrolló "pinturas antibacteriales" con nanopartículas de plata y óxido de zinc, pinturas en polvo "que se pegan por diferencias de campos magnéticos" y una "hidrolaca aditivada con nanoplata" que "genera superficies plásticas antibacteriales". Además, desarrollaron un "alcohol en gel con iones de plata que te cubre para todo el día de trabajo". En el área de construcción, "tenemos polímeros aditivados para estabilización de calles de tierra" para "hacer calles transitables los 365 días del año en el caso de que llueva o no llueva, con resistencia al tránsito pesado, etc". Estos polímeros tienen nanopartículas de hierro y "lo utilizamos para potenciar el efecto de fraguado del cemento, entonces bajamos la concentración de cemento, que es una industria muy contaminante y consume mucha energía" y también para "hacer

[220] Una de las empresas a las que fue trasferida esta tecnología de fabricación de almohadones para mascotas es Arquipets, empresa usuaria de nanotecnología. El tratamiento con nanopartículas de plata hace que los colchones sean antibacteriales y antimicóticos, estando libres de olor.

ladrillos", que son de tierra, "o sea lo podés hacer con tierra del mismo terreno o de otro terreno", se mezcla con un poco de cemento y el producto "y hacés tu propio ladrillo" y "el encastre es perfecto, entonces cuando uno hace la casa no necesita revocar, no necesita nada y ahorra un montón de cemento". También desarrollaron un "curador de concreto, que es para rutas y asfaltos o estructuras de hormigón" que "en vez de utilizar el antiguo producto que se utiliza para curador de hormigón cuando se está construyendo, que es a base de hidrocarburo, nosotros estamos reemplazando por un polímero a base de agua con nanotecnología y competimos en precio y calidad con la terminación que hace el otro producto" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Nanotek cuenta con su propio laboratorio de I+D y su director, Gerardo López, el investigador de CONICET que se hizo socio de la empresa, siempre les destina a los recursos humanos del laboratorio "un trabajo de investigación que a él le parece interesante y que está dentro de los potenciales de la empresa para desarrollarlo", de manera tal que "cuando entrás a la empresa tenés que hacer una tesis y dentro de ese proceso tiene que surgir algún proceso o producto para la empresa, se supone". Y en cuanto a la "aparatología científica, tenemos lo básico necesario para hacer los controles de calidad y los controles en la parte biológica, con las cosas imprescindibles", pero "cuando tenemos que hacer una microscopia, para eso estamos integrados con el tema académico, vamos y pagamos, lo hacemos en la CNEA, en la UBA, donde sea" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Respecto a las vinculaciones con el sistema científico nacional y otras empresas, Tobías explicó que tienen vínculos con varias universidades nacionales, algunas de Brasil y de España, con un laboratorio privado estadounidense. También tienen vínculos con empresas extranjeras de Uruguay y Chile. Además, "tenemos representantes en Qatar, en Canadá, en Ecuador, supimos tener en Perú, pero se fue a vivir a Alemania, tenemos en Bolivia, Paraguay y Chile" y regularmente exporta a Chile, Paraguay, Brasil y Perú, aunque también, "hemos vendido en la India, en Australia, pero son exportaciones puntuales". Por otro lado, Nanotek posee una

patente de 2009, aunque el entrevistado explicó que se trata de “una patente de procesos de fabricación de nanopartículas genérica. Más bien, para tener un bien, un capital base que no explica ninguna cosa en particular”, porque “Nosotros nos basamos mejor en el secreto industrial” y “No confiamos en el sistema de patentamiento. Primero, porque es muy lento y segundo que cuando terminás de patentar estas casi ya al final del uso de la patente”, por lo que, “hemos determinado no patentar, es un gasto de dinero enorme, y creemos que no nos rinde” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

En lo que hace a la comercialización de sus productos, desde Nanotek explican que principalmente las dificultades se dan porque no se conoce lo que es la nanotecnología y “sociedad que desconoce no demanda”. Entonces, “al principio todo el esfuerzo comercial era nuestro: viajamos por todas partes del mundo y el país, divulgando y divulgando”:

> “A nosotros nos costó casi 10 años de remar y de pregonar por todos los rincones. Mucha gente dijo ‘qué bueno’, pero ahí quedaba. No daban el paso. […] tuvimos que conseguir los industriales que digan ‘qué bueno y yo quiero tener algo con eso’, eso se empezó a dar vuelta recién el año pasado. Digamos que, en el año 2015, 2016 comenzó a haber un cambio en la mentalidad industrial, […] como que los empresarios están más ávidos de querer incorporar tecnología en sus productos. Antes estaban muy cómodos: ‘con esto, me va bien y ¿para qué voy a innovar?, sigo haciendo lo mismo’. Y hoy están que quieren hacer un producto diferente, quieren entrar al mercado, quieren exportar de otra manera, están con otro aire. Y ven que el mercado argentino cada vez consume menos y necesitan salir al mercado extranjero, pero si no tiene un valor agregado no compiten. Entonces hay muchos ahora interesados que quieren competir y vender afuera, pero necesitan algo distinto. Entonces ahora estamos atendiendo a dos manos a gente que llama, que dice ‘yo quiero hacer esto’, ‘quiero agregarle lo tuyo a esto’, están todos preocupados” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Y agregó que otra dificultad reside en el plano regulatorio: “cuando vas a exportar en los números que identifica cualquier producto, no hay nada, en ninguno está que tengan nanomaterial. Pero no solo en Argentina, pasa en otros lados”. Por ejemplo, “si yo pongo que la pintura tiene nano plata, no nos exportan porque no está en ningún lado. No está el número que lo identifique”. Por lo que hay que buscar la manera de “pasar esto, que no diga nada de nano plata”. Esto “está desactualizado a nivel mundial, porque si viene un producto de China, tampoco hay un número que lo identifique. La regulación aduanera está atrasada con respecto a la tecnología” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

En otra entrevista, Tobías explicaba que “[…] desde el año 2009 a la fecha, la empresa ha crecido en sus ventas de productos nanotecnológicos (de propio desarrollo y elaboración), de la siguiente manera: período 2009-2010: 22%, 2010-2011: 47% y 2011-2012: 157%” (*INPRA*, 2012). Y en otra agregaba que “En seis años de trabajo, la inversión de los socios Gustavo Fandiño y Gerardo López suma 10 millones de pesos. Somos 10 personas y tenemos una capacidad de producción de 4 kilos diarios de nanohierro y nanoplata” con una facturación anual aproximada de 3 millones de pesos (Murúa, 2014). La estrategia de Nanotek se resume en la venta de nanomateriales aplicados a productos finales, proveyendo nanotecnología a las empresas interesadas en desarrollar dichos productos: “[…] nos propusimos de entrada no ser el ejemplo de la Argentina sojera […] sin valor agregado […] no se venden nanopartículas a granel, se vende puesto en algo” (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

En 2012 Nanotek recibió un Pre-Semilla por parte de la FAN para la nanoremediación de arsénico en aguas para consumo humano, que les permitió poner en marcha una planta piloto (Cagliani, 2013). Finalmente, Nanotek en conjunto con la CNEA –el mismo grupo con el que habían ganado el Premio Innovar 2009–, fue beneficiario de un proyecto FONARSEC en 2013, en su línea FITS (Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial), que, aunque no estaba finalizado al momento de realización de las entrevistas para esta tesis –en 2017–, estaba atravesando grandes dificultades. Este proyecto titulado “Nanotecnologías para

remediación de sitios contaminados” integró a CAC-CNEA y a Nanotek en un CAPP y recibió un aporte de la ANPCyT de 8.966.300 pesos, se orienta al desarrollo de dos tecnologías basadas en nanomateriales para la remediación de sitios contaminados con metales y metaloides tóxicos, nitrato, hidrocarburos e hidrocarburos halogenados. La directora del mismo, la doctora en Química Marta Litter, precisó que el proyecto “se basa en el tratamiento fundamentalmente de agua y suelo mediante las nanopartículas” y se proyectan dos productos finales: “uno es la inyección en suelos de nanopartículas […] sería como un prototipo de trabajo […] donde uno inyecta las nanopartículas en el suelo, las deja actuar, las nanopartículas pueden trabajar sobre suelo pero la idea es que trabajen en el agua subterránea que está abajo” y otro producto “sería un reactor de tratamiento de los que se llama *on site* o *ex situ*, o sea en sitio o fuera de sitio, para tratar aguas superficiales”. El sitio se encuentra en Los Gigantes, Córdoba, “que es una vieja mina abandonada de uranio que CNEA tiene que restituir dentro de un programa” (Comunicación personal con Marta Litter de CNEA, 26/07/2017).

A pesar de cerrar la convocatoria en 2013, este proyecto dio inicio en 2016 “que fue el año que pudimos hacer el primer desembolso por compra de un equipo”. Según la directora, las críticas son similares a las descritas en capítulos anteriores: “teníamos proyectado […] comprar bastantes equipos. Bueno, nos agarró el problema de la devaluación […] el dinero quedó reducido a la cuarta parte porque la mayoría de los equipos estaban en dólares y el FONARSEC está en pesos”. Respecto de las dificultades administrativas comentó que “FONARSEC tiene una serie de trabas impresionantes en cuanto a los desembolsos […] hay que pedir permiso y volver a pedir permiso y cartas. Por otro lado, no tenemos personal administrativo para trabajar, o sea, todo lo tenemos que hacer nosotros”. Asimismo, “los viajes son un drama […] no nos aceptan ningún viaje al exterior” y los viajes nacionales “todo el dinero de viajes y viáticos lo maneja Nanotek. Los viáticos generalmente los usamos para ir a Los Gigantes” y “Nanotek tiene que pedir permiso a FONARSEC, que generalmente había que pedirlo con un año de adelanto y ahora es peor todavía porque parece que la Agencia no tiene más dinero por el momento” y “tiene que adelantar el dinero Nanotek para poder viajar y después se

le devuelve. Con lo cual pusieron el grito en el cielo. Pero si no vamos a Los Gigantes no hay proyecto […] la perforación tiene que hacerse ahí y el tratamiento tiene que hacerse ahí". Sin embargo, el trabajo con Nanotek es en conjunto (Comunicación personal con Marta Litter de CNEA, 26/07/2017).

Desde Nanotek las críticas fueron parecidas: "[…] como siempre en Argentina la plata viene atrás de la carreta. Hay 20 caballos para tirar la carreta y los ponen atrás de la carreta a empujar. Y los caballos no empujan, no saben empujar, saben tirar. Tenés un montón de caballos, pero no sirven"; y agregó que con los FONARSEC sucedió que el sistema ponía 4 millones de dólares, pero "no me adelantás el 20% para empezar y a medida que voy creciendo me vas dando plata", sino que "me decís empezá y yo te financio después" y "yo no tengo plata para arrancar un proyecto de 4 millones de dólares. Vale más el proyecto que toda mi empresa. Yo no me puedo meter en un proyecto de 4 millones de dólares sin tener un respaldo". Entonces, "no está bien acomodado el sistema de cómo te voy a dar la plata y como la voy a recuperar. Me traes grandes negocios que no están a la altura nuestra […]. ¿Entonces donde terminan los créditos? Para Bayer, Unilever, Dupont, para las grandes empresas que ya la tienen toda", pero "el foco eran las PyMEs":

> "A las PyMEs no les podes decir 'empezá a gastar que después te doy'. ¿De dónde? Si tengo que comprarme, por ejemplo, un microscopio y sale 500 mil dólares, 'bueno cómpralo, después yo te doy la plata'. ¿De dónde saco la plata? 'No, dame la plata y yo lo compro'. 'Ah, no, no porque si no, después no lo compras. Te quedas con la plata'. 'Entonces me estás desconfiando. Entonces ¿para qué me ofreces algo si me estás desconfiando?'. El sistema no anda, al revés de los brasileros: toma la plata y hace. Como en Estados Unidos, toma y hace. En Estados Unidos, la nanotecnología es mala, pero sacó 20 puntos de ventaja porque no les importa nada, los yanquis son siempre funcionales y después ven cuál es el problema. Acá estamos analizando qué problema podría ocasionar y después vemos si arrancamos. Cuando queremos arrancar, los demás ya no están más. Esa es la idiosincrasia de Argentina que no la cambiamos nunca, ahora más o menos

> cambia, pero todavía para los créditos grandes es: gastá y rendí. Y a veces vos no tenés la plata para gastar, entonces estás atrasado en las rendiciones. Pero no tengo plata para gastar, por eso me atraso" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Tobías agregó que, en una compra de un reactor vidriado, se gastaron 1 millón de pesos, pero el pago lo realizaría el FONARSEC. Pero "el tipo ya había hecho el reactor. Si después no le pagabas se metía el reactor en el traste" y desde el FONARSEC no se le pagaba porque detrás "tiene un sistema burocrático que es recontra lento". Entonces, "el hombre hace 6 meses que hizo el reactor: vení a buscar y págalo y de lo que te dije que valía, ahora vale el doble", pero "el que tiene que pagar, dice 'no, porque la falta la firma de no sé quién, lo están analizando'. ¿Entonces para que me lo hiciste comprar? […] yo te presenté el presupuesto, me dijiste que estaba todo ok". Entonces, "desde la orden de compra hasta que te lo paguen, hay un tiempo muy largo a veces", por lo que "el tipo que te lo va a vender, ya no te lo quiere entregar o te lo entrega con menos cosas" y "vos tenés que agarrar la plata de ese proyecto y decís 'acá compro un teléfono' y mentira, compras una parte del reactor para completarlo porque si no, no funciona. 'Poneme en la factura que compré un celular'. Pero no compré el celular, compré la parte que no me dieron del reactor porque a ese hombre que se lo compré a 10 pesos ahora vale 20 pesos". Entonces, "ese sistema […] para las PyMEs no es una herramienta porque le hacen deuda o las compromete, porque ponen los caballos atrás […] hay plata, pero los caballos están atrás, no están bien puestos y no hacen el trabajo que tienen que hacer. Y el dinero no les rinde así a las PyMEs: tener el dinero a recuperar. La PyME necesita el dinero a gastar. Después lo recuperará el Estado". Por último, Tobías agrega que "esa es una de las trabas más grandes que te desalienta a querer meterte en pedir un apoyo, porque la plata a la larga está, pero lo que desalienta es el camino" y "no me meto más, así me digan que me van a dar 10 millones de dólares, me van a dar 100 millones de dolores de cabeza. Hago de a poquito lo que puedo. Pienso que voy a hacer mucho con lo que me van a dar, pero en lo único que me meto son en un montón de quilombos. Me desalienta la parte burocrática" (Comunicación personal con Horacio Tobías de Nanotek, 10/05/2017).

Para resumir, hasta mediados de 2017 los resultados de este proyecto habían sido: la compra de un rector vidriado para el tratamiento de agua por parte de Nanotek, que se encuentra en Santa Fe, por un lado, y por el otro “buenos resultados para eliminar uranio y nitrato del agua de Los Gigantes en laboratorio”. Según Litter, “si la empresa está interesada, va a poner plata cuando se acabe el financiamiento” para llegar a la comercialización (Comunicación personal con Marta Litter de CNEA, 26/07/2017).

6.2.1.2. Otras

De las empresas que participaron en los proyectos FONARSEC 2010 y que llegaron a desarrollar productos a base de nanotecnología se encuentran: Laring, que desarrolla y comercializa productos químicos para la industria de tratamiento de superficies, donde muchos de los recubrimientos implican el trabajo en la nanoescala (con una facturación anual aproximada de 5 millones de dólares); Eriochem, farmacéutica que desarrolla y produce genéricos oncológicos y genéricos con tecnología de valor agregado inyectables (con una facturación anual aproximada entre 24 y 29 millones de dólares); y Gihon, especializada en la producción y desarrollo de compuestos químicos de síntesis orgánica compleja, organometálica e inorgánica, cuyas moléculas generadas tienen aplicaciones en el campo farmoquímico, médico, veterinario y agroquímico, y que en el área de micro y nanotecnología realiza micro y nanoencapsulación, cuya facturación en 2014 fue de 2,6 millones de dólares y 3,3 millones en 2015, de los cuales el 57,6% correspondió a la exportación (Yañez, 2016).

Acerca de la comercialización de los desarrollos a base de nanotecnología, el director del Área de I+D de Gihon, explicó que “podrían estar comercializando”, pero “en estos casos queremos estar protegidos” con patentes o “algún tipo de aprobación” y “el otro tema es que la demora de los proyectos hizo que la salida de los productos al mercado se atrase”. Respecto del proyecto NanoAR, comentó que “si me piden nanoarcillas yo las vendo porque pueden ser utilizadas para otras cosas […] en alguna medida estamos comercializando algún producto nanotecnológico como son las arcillas modificadas”. Y luego agregó que Gihon es

“una empresa en donde una de sus áreas más importantes es la nanotecnología”, aunque “Yo no puedo definir a mi empresa como una empresa de nanotecnología” porque “somos una empresa química, farmacéutica que sintetiza moléculas” y que “tiene un área, así como tiene un área de farmoquímicos, tiene un área de productos alimenticios o suplementos dietarios, tiene un área de APIs (principios activos farmacéuticos), tiene un área de productos naturales como el omega 3 y tiene un área de nanotecnología”. Y agregó que “nosotros no nacimos como una empresa de nanotecnología porque esta empresa se fundó en 1991 y nadie hablaba de nanotecnología”, aunque “a partir de nuestro laboratorio industrial, desarrollo e innovación y traer a trabajar acá a gente que ha hecho sus tesis doctorales o posdoctorales en nanotecnología y trabajar en consorcios que tienen involucrada a la nanotecnología, se hizo muy fuerte en la empresa”. Entonces, “yo no puedo decir que esto sea una empresa puramente de nanotecnología. Es una empresa mucho más amplia que eso. Hace mucho que nos dedicamos a muchos desarrollos, entre ellos tenemos la nanotecnología”, que es un área “muy importante porque tiene mucho potencial”:

> “Si vos me preguntás cuánto gano por la nanotecnología ahora, gasto más de lo que gano. Pero yo sé que todo lo que estamos haciendo en algún momento va a tener un impacto muy importante en la facturación de la empresa. Por lo tanto, considero que Gihon es una empresa que hace muchas inversiones en nanotecnología y una de sus áreas más importantes es la nanotecnología porque es en la que más está invirtiendo la parte de Investigación, Desarrollo e Innovación” (Comunicación personal con Alberto Chevalier de Gihon, 6/03/2018).

De las 18 empresas que participaron en la plataforma Nanopymes, incluimos en el listado de empresas de nanotecnología a las siguientes: Adox, empresa proveedora e importadora de equipos electromédicos para quirófanos, que actualmente, realiza desarrollos tecnológicos para áreas como salud, agroindustria y seguridad, ofreciendo una amplia gama de productos químicos, como productos de limpieza y desinfección hospitalaria (genera una facturación anual estimada entre los 50 o 60

millones de pesos, de la cual el 12% es invertido en I+D). A través del programa Nanopymes desarrolló un desinfectante de manos con nanopartículas de plata y se encuentra desarrollando un lubricante de instrumental quirúrgico a base de nanopartículas para evitar la contaminación de superficies y esponjas con nanopartículas; Bell Export, que se dedica a la construcción de equipos para la generación de gas oxígeno, ozono y nitrógeno, y donde la nanotecnología es aplicada en el proceso de producción de los gases, pues se utiliza la tecnología PSA o de adsorción molecular por balance de presiones, que permite separar moléculas en el orden de los angstroms. Gracias a ello, se puede generar el gas oxígeno o nitrógeno de forma más eficiente y barata que las técnicas criogénicas utilizadas previamente en el mercado; Nanotica, que desarrolla prototipos de productos a pedido para la industria agrícola utilizando nanovehículos a través de la nanoencapsulación de ingredientes activos (en 2016 facturó 32.000 dólares); Chemisa, especializada en la fabricación de productos químicos para pre-tratamiento de superficies metálicas, adquirió una licencia a una empresa italiana para importar silano, un producto para lograr buena adherencia de las pinturas a las superficies metálicas, con un menor consumo de energía y ahorrando costos. Aunque luego Chemisa logró desarrollar un nebulizador nanotecnológico, que sirve para aplicar el silano a las superficies metálicas (en los 12 meses que van desde mediados de 2017 a mediados de 2018 facturó 1.500.000 dólares); LH Plast, que fabrica sellos hidráulicos, y que logró desarrollar un lubricante a base de nanotecnología para los sellos hidráulicos (aunque no hubo beneficios económicos para la empresa); Lipomize, que desarrolla insumos liposomales a pedido para la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia (en 2016 facturó 5 millones de pesos); Penta, que fabrica detectores de metales para control de calidad y protección de máquinas y que a través del Nanopymes desarrolló un chip a base de nanotecnología; LiZys, que diseña, fabrica y comercializa nanopartículas magnéticas funcionalizadas y nanomateriales magnéticos compuestos a pedido para desarrollos biomédicos y remediación ambiental; MZP, que diseña, fabrica y comercializa equipos de diagnóstico clínico portátiles basados en microtecnología y sistemas integrados.

Existen algunas empresas que generaron desarrollos a base de nanotecnología y que no participaron de estas convocatorias públicas. Tal es el caso de Red Surcos, una empresa especializada en insumos y servicios agropecuarios que posee laboratorios propios, dos plantas de elaboración y desarrollo, depósitos acondicionados para el almacenaje de productos fitosanitarios y más de 100 productos con registro propio. Su historia comenzó en Santa Fe en 1974, como un emprendimiento familiar bajo la denominación CIAGRO. Luego de la apertura de algunas sucursales en distintas localidades del país, nace Red Surcos en mayo de 2008 a consecuencia de la escisión de CIAGRO. Esta empresa emplea entre 250 y 300 empleados (Red Surcos, 2019). Red Surcos, caracterizada como la empresa "pionera en la aplicación de nanotecnología en los productos para la agricultura" (*La Nación*, 2017) cuyo slogan es "Nanotecnología aplicada a productos fitosanitarios", desarrolla insecticidas, fungicidas y herbicidas para cultivos utilizando nanotecnología a partir de un aceite refinado de soja. Así, la tecnología de formulación desarrollada por Red Surcos para insecticidas, denominada Nanoactive, representa un avance en el aprovechamiento de los ingredientes activos y brinda una solución superadora en el control de plagas agrícolas, dado que permite utilizar menor cantidad de ingredientes activos por hectárea y obtener mayor nivel de biodisponibilidad y bioeficacia en los productos insecticidas, reduciendo los costos y el impacto ambiental. Asimismo, la tecnología Elite es un desarrollo de Red Surcos para formular herbicidas, que a través de una combinación del principio activo con coadyuvantes específicos y procesos de producción tecnológicamente superadores ayuda a lograr mejores resultados a campo en términos de penetración y velocidad de control (Red Surcos, 2019). Según el Presidente de la empresa, Sebastián Calvo, Red Surcos cuenta con más de 15 productos en el mercado de las líneas Nanoactive y Elite (*Agrositio*, 2014). La empresa facturó 116,8 millones de dólares en 2016 (Bertello, 2017).

Unitec Blue, ampliamente difundida en los medios de comunicación como la "primera planta de nanotecnología",[221] es una empresa que produce tarjetas

[221] Véase, por ejemplo: https://www.cronista.com/negocios/Eurnekian-puso-en-marcha-en-Chascomus-la-primera-fabrica-de-chips-de-Sudamerica-20130605-0055.html (Consultado el

inteligentes, circuitos integrados y etiquetas, tales como chips para tarjetas de transporte y de crédito, que se encuentra ubicada en la ciudad de Chascomús, provincia de Buenos Aires (Unitec Blue, 2019). La empresa, creada en 2013, es parte del holding Corporación América y recibió una inversión de alrededor de 1000 millones de dólares en tres años, reuniendo a más de 200 profesionales en la planta. El responsable de este emprendimiento es Matías Gainza Eurnekian, sobrino del empresario Eduardo Eurnekian. La empresa actualmente se vincula a la microelectrónica, aunque en sus inicios nació con un proyecto de nanotecnología. Este proyecto estaba vinculado a la construcción de una sala limpia en las instalaciones de la empresa, sala que posee una superficie de 500 metros cuadrados y cuenta con un sistema de filtrado de aire que mantiene a este segmento con menos de 10 mil partículas de polvo por metro cúbico. Además, la planta cuenta con un piso antiestático que se encuentra montado sobre una capa de hormigón para no recibir ni generar la vibración que provoca el proceso productivo. En estas instalaciones se inicia el proceso de desarrollo integral de los chips que comprende toda la cadena de producción, desde la extracción de silicio y su tratamiento, finalizando en un producto de microelectrónica terminado (Echeverría, 2014). Para llevar a cabo el proyecto de nanotecnología, Unitec Blue firmó en 2013 un acta de intención para la creación de ARgenium, una empresa de base tecnológica y capitales mixtos, donde participaron el INTI y el CONICET, cuyo objetivo era investigar, desarrollar e innovar en tecnologías de micro y nanoelectrónica para el diseño de circuitos integrados, sensores y software (MINCyT, 2013a; Echeverría, 2014). Según Matías Gainza Eurnekian, la idea de la “foundry” (como se llama a las plantas que producen chips) fue fabricar “tecnologías de entre 180 y 90 nanómetros, con la posibilidad de que algunos módulos de investigación, antes de ser industriales, estén tocando en punta con una sala limpia con un laboratorio en 50-40 nanómetros, algo que se aproxime un poco a los 23 nanómetros que se están empezando a desarrollar comercialmente” (Massare, 2014).

24/04/2019); http://u-238.com.ar/la-primera-planta-de-micro-ynanotecnologia-de-la-argentina/ (Consultado el 24/04/2019); https://www.lacapital.com.ar/economia/eurnekian-presento-un-megaemprendimiento-nanotecnologia-n423418.html (Consultado el 24/04/2019).

En marzo de 2014, con la adquisición del 33% de Six Semicondutores, una planta de semiconductores en el estado de Minas Gerais, Unitec Blue expandió su negocio a Brasil. El emprendimiento cambió de nombre a Unitec Semiconductores, y en el mismo el holding Corporación América y Unitec Blue están asociados con IBM y con el Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES). Desde la empresa un miembro explicó que ese emprendimiento sí se relaciona con la nanotecnología, dado que tiene el proyecto de "trabajar en 90 y 120 nanómetros en una foundry", aunque "es un negocio a futuro" y "un proyecto a largo plazo". Luego aclaró que el "primer slogan de la compañía fue trabajar con la nanotecnología, pero hoy te diría que estamos trabajando en microelectrónica […] tenemos un montón ingenieros que están en procesos de investigación y de elaboración de soluciones, pero más vinculado a soluciones de microelectrónica" y agregó que el proyecto inicial que incluía nanotecnología fue mutando y la empresa pasó "de ser la primera planta de nanotecnología a ser una empresa de microelectrónica que está direcciona básicamente a lo que son bienes de consumo". Entonces, "no estamos haciendo nanotecnología hoy […] ni estamos dedicados a investigación", pero "más adelante ojalá que esto pueda cambiar". Finalmente, añadió que "es muy difícil hacer hoy nanotecnología en la región porque los costos de investigación son bastante altos" y "ojalá que el proyecto de integración con Brasil sea lo que necesitamos para posicionar a la Argentina en nanotecnología en un lugar que hoy no lo tiene". Aun así, un integrante de la empresa, el Ingeniero Juan Lestani es miembro del Consejo Empresarial de la FAN: "La FAN con nosotros viene trabajando desde hace bastantes años, desde que se creó la compañía siempre, de cierta forma, fue acompañando nuestro proyecto" (Comunicación telefónica con Juan Manuel Álvarez de Unitec Blue, 6/07/2017).[222]

[222] Sin embargo, hacia 2018 y 2019 Unitec Blue estaba reduciendo personal fuertemente –quedando 35 empleados-, habiendo presentado un procedimiento preventivo de crisis, entre rumores del cierre de la plata. Véase: https://infocielo.com/nota/90479/eurnekian_y_la_uom_acuerdan_despidos_para_cerrar_la_unica_fabrica_de_nanotecnologia_del_pais/ (Consultado el 24/04/2019); https://www.infozona.com.ar/chascomus-unitec-blue-suspendio-la-totalidad-personal/ (Consultado el 24/04/2019); http://elfuertediario.com.ar/unitec-blue-habria-comunicado-a-sus-empleados-que-cerraria-la-planta-en-breve/ (Consultado el 24/04/2019).

Melt, ubicada en la ciudad de Campana de la provincia de Buenos Aires, se dedica a la transferencia tecnológica a pequeñas y medianas empresas, brindando servicios y desarrollando productos innovativos y plantas piloto (reproducción de proceso industrial en escala mínima). Su fundador, Máximo Rafael Ricci es Ingeniero Mecánico, doctor en Ingeniería Metalúrgica y Master Interuniversitario en Nanotecnologías. Según Vila Seoane (2011), para el caso de la nanotecnología, Melt ofrece los siguientes servicios: realización de estudios de factibilidad económico-tecnológico; supervisación de la adquisición de nuevos equipos; proyección y diseño de máquinas para el recubrimiento nanoestructurado; capacitación específica para PyMES y grandes empresas sobre las aplicaciones de la nanotecnología en el sector metalúrgico (Vila Seoane, 2011: 61; FAN, 2012: 403). Según una breve comunicación con su fundador, Melt realiza recubrimientos nanoestructurados y también realiza hojas de seguridad y análisis de riesgo para nanomateriales (Comunicación vía correo electrónico con Máximo Rafael Ricci, 13/08/2018).

Dhacam, creada en 1990 y ubicada en Mataderos, CABA, es una empresa biotecnológica que produce y comercializa materias primas no sintéticas y sistemas de liberación prolongada para la industria, siendo proveedora del sector farmacéutico, cosmético, veterinario, odontológico y alimenticio entre otros (Dhacam, 2019). Según su directora técnica y socia gerente, la doctora en Bioquímica Hana Fleischman, en nanotecnología la PyME comercializa nanoesferas y liposomas para la industria farmacéutica, cosmética, alimenticia y veterinaria. Además de vender este tipo de productos en el mercado interno, las exportaciones iniciaron entre el 1994/95, por ejemplo, a Uruguay, Brasil, Chile, Bolivia, Perú, Colombia y México, cuando “todavía ni se llamaba nanotecnología”. Asimismo, Dhacam cuenta con alrededor de 28 empleados y posee un laboratorio que cumple la función de I+D, “casi superpuesto con control de calidad en términos de estructura”, que recibe una inversión entre el 15 o el 20% de la facturación anual de la empresa (Comunicación telefónica con Hana Fleischman de Dhacam, 2/10/2017).

Enorza es una empresa de base tecnológica ubicada en Almagro, CABA y fundada en 2010, que se orienta a proveer principios farmacéuticos activos y sistemas de liberación controlada de drogas (Enorza, 2019). Su fundadora Graciela Enríquez, licenciada en Ciencias Químicas, que previamente trabajó en el Centro de Química del INTI, explicó que "venía con una experiencia importante en todo lo que era sistemas de liberación controlada" y liposomas. "Así que empecé con algún proyecto que tenía salida comercial, que fue el desarrollo de microesferas de volúmenes biodegradables para liberación controlada. Ese fue nuestro primer desarrollo comercial", realizado para una empresa farmacéutica, dado que "por el tipo de productos que hacemos, nuestros clientes son las empresas farmacéuticas que pueden comercializar los productos que elaboramos […] no tenemos estructura ni capacidad para comercializar per se nuestros productos". Sus clientes son farmacéuticas locales y para hacer sus desarrollos, de ser necesario, Enorza genera vinculaciones con grupos del sistema científico, lo que no les representa dificultades por "provenir del sistema científico". La empresa cuenta con cuatro profesionales y anualmente factura entre 200 y 300 mil dólares, de los que la mayoría se destina a I+D (Comunicación personal con Graciela Enríquez de Enorza, 5/06/2017).

Mutech Microsystems, empresa radicada en Bariloche y fundada por dos investigadores del CONICET y doctores en física del Instituto Balseiro, ofrece una serie de equipos y herramientas de micro y nanofabricación litográfica para el desarrollo de sensores y dispositivos con múltiples aplicaciones. El producto más importante de esta empresa es un sistema de litografía óptica directa, con un láser de 405 nanómetros, capaz de escribir sobre una superficie recubierta de resina sensible a la luz, que fue el desarrollo ganador en el concurso IB50K del Instituto Balseiro en 2017 (FAN, 2019d). La empresa ya realizó las primeras ventas en el país y acaba de realizar su primera exportación a Alemania (Río Negro, 2019).

ArsUltra es una empresa ubicada en Barracas, CABA, enfocada en la industria aeroespacial, dedicada a desarrollar sistemas operativos y aplicaciones críticas para la industria aeroespacial y siderúrgica, en particular en la investigación y el desarrollo de computadoras resistentes para aplicaciones espaciales y sistemas

industriales especiales resistentes en entornos hostiles (ArsUltra, 2019). Se trata de una *spin-off* de la CONAE, dado que uno de los técnicos del CONICET, que trabajó en desarrollos para el satélite argentino SAC-D Acuarius desde 2004 y, cuya parte del instrumental tiene componentes micro y nanoelectrónicos, una vez lanzado el satélite en 2011, decidió crear un emprendimiento propio con el *know how* adquirido. Para ello, los emprendedores Juan Martín Semegone, Elías Fliger y Luciano Rizutto recurrieron a un FONSOFT, financiado por la ANPCyT por 130.000 pesos, más una contraparte de aportes privados entre los socios, familiares y amigos. La empresa desarrolla "sensores para industrias que necesitan medir altas temperaturas, como la siderúrgica, o instrumentos de vibración microelectrónicos" y su "próximo paso es incorporar nanoelectrónica" (*El Cronista*, 2013).

Satellogic es una empresa fundada en 2010, especializada en nanosatélites. Emiliano Kargieman, su fundador, explicó que Satellogic está construyendo la primera plataforma de observación terrestre, con el objetivo de "poner una constelación de satélites alrededor del planeta, cada uno de ellos con sensores. Eso sirve para cuantificar procesos globales y ayudar a tomar informados, decisiones sobre grandes problemas". Hacia 2016 Satellogic había logrado poner en órbita cinco de sus satélites, CubeBug-1 (Capitán Beto) y CubeBug-2 (Manolito), el BugSat 1 (Tita), además de su constelación comercial Aleph-1, conformada por los satélites ÑuSat (Fresco y Batata) y hacia 2019 sumaba ocho (Milanesat, Ada y Maryam). Todos los nanosatélites se diseñaron con tecnología hecha en Argentina y sin emplear dispositivos espaciales, solamente electrónica de consumo. Los últimos aparatos lanzados al espacio permiten monitorear campos, cultivos, industrias petroleras e infraestructura en tiempo real, para lo que cuentan con tres cámaras de un metro de resolución: una multiespectral, otra hiperespectral y otra térmica (*La Nación*, 2016; Satellogic, 2019). El emprendimiento fue posible gracias a una inversión del MINCyT de alrededor de 6 millones de pesos y el apoyo de INVAP, en el marco del desarrollo estratégico espacial por medio de cooperación público-privada, permitiendo desarrollar el primer nanosatélite de plataforma abierta, el "Capitán Beto". Se trata de un satélite de 2 kg de peso, diseñado y fabricado en el país. Tanto el software como el hardware son de plataforma abierta y estarán

disponibles para aficionados, universidades e institutos de investigación. Según Kargieman, “mientras un satélite común puede costar de entre 50 a 500 millones, un nano satélite puede financiarse con menos de 10.000 o 20.000 dólares y lograr amplias funciones” (Ingrassia, 2013). El objetivo es monitorear producción de alimentos, producción, generación y distribución de energía, y generación de recursos naturales escasos, como el agua, entre otros “para poder tomar decisiones informadas por parte de empresas, de gobiernos, de individuos” (Bar, 2014b). Hacia 2019, Satellogic había firmado un acuerdo con la empresa china Great Wall Industry Corporation para enviar al espacio, en lanzamientos múltiples, 90 microsatélites (*La Nación*, 2019).

OVER, que significa Organización Veterinaria Regional, es una empresa creada en 1981 en San Vicente, Provincia de Santa Fe, especializada en la síntesis, elaboración, comercialización y distribución de productos para uso en medicina veterinaria. Según su sitio web, OVER se vincula con organismos como el INTA, CONICET y con Universidades Nacionales y Privadas. Mediante convenios de vinculación tecnológica, se investigan, desarrollan y prueban a campo nuevos productos. Asimismo, según la línea cronológica de la actividad de la empresa, en 2006 incursionaron en el desarrollo de productos de nanotecnología y biotecnología. A través de la nanotecnología y las propiedades que ofrecen las partículas a nanoescala, la empresa desarrolla sistemas de liberación controlada de drogas para reducir la frecuencia de administración, prolongar los efectos del tratamiento y disminuir el stress de los animales (OVER, 2019).

La empresa láctea Cremigal, instalada en General Galarza, provincia de Entre Ríos, en 2006 realizó inversiones para poner en funcionamiento una planta de nanofiltrado para procesar el suero lácteo y obtener productos (quesos, yogures, dulce de leche) de alta calidad nutricional, filtrando el agua y las sales no deseadas, pero permaneciendo las proteínas e hidratos de carbono. El objetivo de concentrar el lactosuero es venderlo a las empresas que se dedican a elaborar dulce de leche o a secarlo. Además, invirtió en la construcción de una planta para secar sueros (BET, 2009: 4; *El Cronista*, 2009a).

Laboratorios Pharmatrix, división de Therabel Pharma S.A., fue fundada en 1992 como una empresa de base tecnológica del sector farmacéutico, formada por profesionales universitarios con el objetivo de brindar servicios técnicos e insumos a la industria de productos para la salud. Según la información que brinda su sitio web, sus primeras actividades consistieron en brindar servicios de desarrollo de nuevas formas farmacéuticas y materias primas naturales basadas en plataformas tecnológicas innovadoras y nanotecnologías, así como de nuevos productos a empresas. La empresa realiza microencapsulamiento/nanoencapsulamiento de ingredientes en productos farmacéuticos, cosméticos y suplementos dietarios (liposomas, nanocápsulas, nanopartículas, etc). Asimismo, cuenta con servicios de Investigación y Desarrollo de productos medicinales, productos médicos, cosméticos y suplementos nutricionales con énfasis en nuevas formas farmacéuticas (micro/nano, parches transdérmicos, etc.) para la administración controlada y selectiva de activos (Pharmatrix, 2019).

Indarra DTX es una es empresa creada en 2007, que fabrica y comercializa productos con textiles inteligentes. Trabajan con micro y nanoencapsulados, que se aplican en telas para proveer propiedades antimicrobianas, antimanchas, bloqueo de rayos UV, antiestáticos, etc. Además, utilizan microfibras para lograr aislación térmica, membranas microporosas impermeables-respirables, pigmentos que reaccionan con cambios de color a la luz y/o la temperatura, etc., y desarrollaron una línea de ropa con microelectrónica aplicada, para control de reproductores de música o celulares desde la manga, para carga de baterías por paneles solares integrados en la prenda o para alimentar telas térmicas que irradian calor (FAN, 2012: 404).

Fabriquímica es una empresa que desarrolla materias primas para la industria cosmética y farmacéutica, fundada en 1961 y ubicada en Villa Lynch, partido de San Martín, provincia de Buenos Aires. Según su sitio web, la empresa realiza una innovación permanente de su cartera de productos y, además, realiza investigaciones a nivel científico (Fabriquímica, 2019). Según el gerente operativo de la empresa, el doctor Federico Svarc, Fabriquímica desarrolla nanoestructuras

para la industria cosmética, tales como liposomas, microemulsiones y nanoesferas (Svarc, 2013).

Laboratorio ELEA es una empresa creada en 1939, que investiga, produce y distribuye medicamentos para diversas especialidades médicas. A través de un convenio en marzo de 2013 entre el CONICET y ELEA, los investigadores del CONICET lograron desarrollar un tratamiento contra los piojos no tóxico con nanopartículas de sílica, Nopucid Crystal. El desarrollo fue posteriormente comercializado por ELEA (CONICET, 2013a).

Ecosol, creada en 2003, es una empresa que produce paneles calefactores. Según su sitio web, en 2012, desarrolló una nueva línea de paneles calefactores que contienen nanopartículas de plata, que, al entrar en calor, eliminan los agentes contaminantes del ambiente ayudando a disminuir la presencia de virus, bacterias y gérmenes del aire (Ecosol, 2019).

Las empresas que participaron en los proyectos FONARSEC 2010, que no consideramos como “de nanotecnología”, son: Gema Biotech, dedicada a la producción de biosimilares; Rhein Chemie, una subsidiaria de la multinacional alemana fabricante de productos químicos Lanxess que adquirió a la PyME nacional Darmex en 2011, que desde 2008 estaba realizando investigaciones en microencapsulación para desmoldantes de neumáticos, microencapsulación de insecticida y nanoemulsiones, para lo cual había creado un Instituto de Investigaciones Científicas con recursos propios (Quintili, 2012: 147); Guilford, dedicada a la producción de tejidos que no llegó a incorporar a su línea productiva el desarrollo de los repelentes de insectos encapsulados en fibras; Aadee, que fabrica e importa equipos en el área de medicina e industrial, y que no llegó a incorporar el Nanopoc en su línea productiva; Biochemiq, enfocada en productos y soluciones biológicas para ampliar la protección, mejorar el bienestar y la productividad en el área veterinaria; Agropharma Salud Animal, que provee soluciones integrales para la salud, performance y productividad animal; Castiglioni, dedicada a la extracción, producción y exportación de bentonita; Electroquímica DEM, dedicada a producir productos químicos para el lavado, la higiene y la

desinfección institucional y del hogar; Albano Cozzuol, enfocada en la industria de plástico y metalúrgica; Acsur, que produce preformas de PET para las industrias de bebidas, aceites comestibles y productos de limpieza; Minarmco, empresa minera productora de bentonitas; Iapel, empresa que produce pistones para la industria automotriz; Inmeba, dedicada a la fabricación de celdas robotizadas, dispositivos de ensamble y soldadura, dispositivos para la colocación de partes móviles, encolado de vidrios, calibres especiales de control, moldes, matrices y piezas especiales para las industrias metalmecánicas y automotrices. Por último, excluimos a CT Electromecánica, dedicada a la producción de máquinas de electroerosión manuales, del listado de empresas nanotecnológicas dado que discontinuó de su línea productiva la fabricación de nanotubos y fullerenos de carbono.

De las 18 empresas que participaron en la plataforma Nanopymes, y que no consideramos en el listado de empresas de nanotecnología son las siguientes: Prokrete, que se dedica a la fabricación y comercialización de productos químicos para la construcción, que según un investigador estaba desarrollando un recubrimiento para pisos industriales, incorporando nanopartículas de sílice. Aunque, según el director de Prokrete, la empresa no continuó el desarrollo. Por ser ambas versiones contrapuestas, descartamos la empresa; Solcor, que fabrica pinturas industriales, arquitecturales y especiales a base de agua, y que no llegó a comercializar ningún desarrollo a base de nanotecnología; Laboratorio Mayors, que comercializa desarrollos farmacéuticos en el mercado veterinario, y que no llegó a desarrollar collares insecticidas para perros a través de la nanoencapsulación; Silmag, que produce productos biomédicos, y que no logró desarrollar los catéteres biomédicos asépticos a base de una capa de nanopartículas de plata; UGA Seismic, que brinda servicios integrales en materia de adquisición de datos sísmicos y monitoreo de fracturas para la industria de gas y petróleo, que no llegó a comercializar el sensor que buscaban a través del Nanopymes; Jenck, que comercializa equipamiento, previamente importado, para laboratorios de control, procesos, principalmente en industrias, que no logró desarrollar el sustrato nanoestructurado que permitiría el análisis y detección de arsénico en aguas

naturales, con métodos más simples y rápidos, objetivo que se había propuesto en el Nanopymes.

6.2.2. Empresas con proyectos de I+D de nanotecnología

Aquí se incluyen las empresas que no aplican aún la nanotecnología en sus productos, procesos o servicios, pero que sí tienen interés en generar desarrollos nanotecnológicos y que se encuentran trabajando en proyectos, ya sea con instituciones del sistema científico nacional o del exterior. También entran en esta categoría aquellas empresas que poseen desarrollos nanotecnológicos, pero aún no los comercializan. Ubicamos aquí 25 empresas.

Partimos de las empresas que participaron del FONARSEC y el Nanopymes y luego ubicamos otras empresas. Entonces, entran en esta categoría Electropart Córdoba, Alloys, Essen e Y-TEC que participaron de los FONARSEC y Omega Sur y Ceprofarm, que participaron en el Nanopymes.

Electropart Córdoba, que se dedica a la producción de insumos para empresas fabricantes de transformadores eléctricos y que, participó en un proyecto FONARSEC que buscaba desarrollar materiales magnéticos a base de nanotecnología que serían destinados a núcleos magnéticos e imanes, al momento de realización de las entrevistas –2017– aún no estaba comercializando los núcleos e imanes con el material magnético desarrollado, aunque ya se encontraban en condiciones de fabricarlos.

Por su parte, Alloys participa en el rubro de compuestos plásticos de ingeniería, desarrollando aplicaciones para diversas industrias, tales como la eléctrica, construcción, automotriz, nuclear, electrodomésticos, agro, etc. Su participación en un proyecto FONARSEC, que se centró en el desarrollo de materiales poliméricos utilizando las nanoarcillas y que luego, por un lado, buscó dotar de capacidad ignífuga a estos materiales, y por el otro, buscó utilizar las nanoarcillas en remediación ambiental. Así, a través del proyecto se lograron avances en cuanto a la generación de capacidad ignífuga en algunos polímeros, en concreto, en un producto plástico con esta capacidad para cables. Específicamente, se trata de un

producto plástico que minimiza que los cables se prendan fuego y, en caso de prenderse fuego, no se produzca la emanación de gases tóxicos. En esta aplicación se encuentra trabajando Alloys, tratando de llegar al mercado. El gerente de Alloys, Raúl De Micheli, explicó que las dos cosas que quedaron firmes son “la utilización de nanoarcillas para remediar el ambiente” y “las nanoarcillas para fabricar un producto plástico que evita que los cables se prendan fuego”. Además, Alloys está en condiciones de realizarle “el tratamiento a las arcillas para que después pueda ser agregada dentro de los plásticos”. En cuanto a la remediación ambiental, la empresa busca aplicarlo en el Riachuelo: “la idea es ofrecer una tecnología para limpieza de los barros de todo el Riachuelo. Son 5 mil metros cúbicos, una cantidad infernal. Y una parte se haría con nanotecnología, la parte final”. Entonces, según De Micheli, “En remediación estoy seguro de que vamos a hacer algo. Hay que dar un tiempo de inducción. Y en la parte de plásticos es posible que podamos progresar sobre la base de que se reacomoden los números de la economía”. Sin embargo, explicó que, si la empresa “tiene éxito” en remediación ambiental utilizando nanotecnología, “vamos a formar una empresa que no es Alloys” porque el acuerdo fue que “si vamos a hacer negocios en la parte ambiental, tenemos que hacer con los cuatro socios del proyecto una empresa y esa empresa es la que va facturar”, por lo que “para la parte ambiental se tiene que formar una empresa *ad hoc*, una empresa de remediación en donde cada uno va intervenir con un 25% de las ganancias. Así que no sería Alloys”. Entonces, “lo único que le queda a Alloys es si usamos nanotecnología en la parte de cables o en otra, pero todavía no tenemos éxito”, aunque “eso no quiere decir que no hayamos adquirido conocimientos. Tenemos los conocimientos. Si viene una empresa australiana y nos pide que le hagamos una pomada para protección de sol con nanoarcillas, nosotros lo hacemos. Sabemos hacérselo, tenemos los conocimientos de cómo hacérselo, pero nadie lo pidió” (Comunicación personal con Raúl De Micheli de Alloys, 15/09/2017).

Essen, fábrica de cacerolas de aluminio fundido, a través del proyecto FONARSEC buscó desarrollar un recubrimiento metálico que contiene nanocristales y que lograría alargar la vida útil de los productos convencionales. Como resultado, se logró llegar a un prototipo de producto que se encuentra en una etapa de

mejoramiento para poder lanzarlo al mercado. El Director de Operaciones Productivas de Essen, Roberto Angelini, explicó que se encuentran “en un momento donde estamos logrando la aplicación, pero tenemos problemas […] 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”. Entonces, “estamos tratando de que sea racional la cuestión calidad-precio”, aunque “no veo fácil que logremos un producto que esté accesible a un costo que se pueda comercializar” (Comunicación personal con Roberto Angelini de Essen, 7/08/2017).

Y-TEC, la división tecnológica de YPF, dedicada a la exploración, explotación, destilación, distribución y producción de energía eléctrica, gas, petróleo y derivados de los hidrocarburos y venta de combustibles, lubricantes, fertilizantes, plásticos y otros productos relacionados a la industria, participó en dos proyectos FONARSEC. En el proyecto NanoAR, que se enfocó en el desarrollo de productos innovadores a partir de materiales basados en matrices poliméricas, mediante el agregado de nanoarcillas modificadas, Y-TEC buscó desarrollar polímeros termorrígidos modificados con nanoarcillas para ser aplicados en tubulares que luego iban a ser implementados para la conducción de petróleo, pudiendo generar una durabilidad del caño de más del 50% de su vida útil dado que tendrían mejores propiedades mecánicas, mayor resistencia al desgaste, menor difusión de sustancias de bajo peso molecular y mayor estabilidad térmica. Según una persona involucrada en el proyecto, en 2017, YPF se encontraba en la “última etapa”, “hablando con tres empresas nacionales para […] empezar a hacer las pruebas para […] poder verificar si la performance realmente es mejor o peor que lo que estamos fabricando al día de hoy”. De esta forma, “el producto está. Lo que estamos buscando ahora son socios, el industrial. Y tenemos contactos con empresas, pero todavía no tuvimos tanta suerte” (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017). Otro proyecto en el que participó Y-TEC es el NanoPetro, enfocado en la mejora de sistemas químicos utilizados en la recuperación mejorada de petróleo (campos maduros) y a través de la mejora del desempeño de los agentes de sostén usados en el proceso de fracturamiento hidráulico de reservorios no convencionales. A fines

de 2017 este proyecto no se encontraba finalizado. No obstante, más allá de estos dos proyectos, Y-TEC cuenta con productos propios que se encuentra desarrollando en solitario, aunque todavía no los comercializa porque “está en tema de patentes […] tenemos 5 proyectos pesados, fuertes que pueden ser bastante disruptivos para la industria petrolera […] pero no te puedo decir la aplicación” porque “hay un tema de confidencialidad. No es fácil tener ideas disruptivas y que sean económicas es más difícil todavía”. Sobre este punto el mismo entrevistado reflexionó: “como Gerente nunca abriría un Departamento de Nanotecnología” sino que “abriría un Departamento de Productos” porque “la nanotecnología tiene que ser transversal. Sirve más que esté metido dentro del área de productos para no generar 50 productos sin aplicación, para que el foco sea el producto, no la generación de partículas”. “En un inicio está bien invertir en nanotecnología como un área porque si no tenés los equipos, no podés hacer nada. Eso es la base en los laboratorios que te va dar soporte al trabajo”, pero “a una gerencia de nanotecnología no le veo sentido” (Comunicación personal con Lelio Da Silva de Y-TEC, 08/09/2017).

De las 18 empresas que participaron en la plataforma Nanopymes y que generaron desarrollos a base de nanotecnología y que aún no lo plasmaron en el mercado, se encuentran Omega Sur y Ceprofarm. Omega Sur, dedicada a refinar aceite marino con omega 3 para el sector animal, realiza un proceso de microencapsulado y, por el tamaño de las partículas, no llegan a hacer nanotecnología formalmente. Sin embargo, al momento de realización de las entrevistas –fines de 2017– el producto que llegaría al mercado, “un aceite microencapsulado en polvo” para consumo humano, recién lo haría en 2018, según la estimación de su presidente (Comunicación telefónica con Pablo Aiello de Omega Sur, 29/11/2017). En el caso de Ceprofarm, se trata de una planta piloto productiva de medicamentos en nano o microestructuras que, al momento de realización de las entrevistas, a fines de 2017, todavía no había iniciado su actividad.

Tenaris Siderca, que forma parte del Grupo Techint –el mayor productor de acero de Argentina y el mayor productor global de tubos sin costura, usados

principalmente en la industria petrolera–, es una empresa metalúrgica multinacional establecida en 1954, cuya planta se ubica en Campana, provincia de Buenos Aires. Tenaris es proveedor de tubos de acero y servicios para la industria energética y otras aplicaciones industriales. Su producción anual es de más de seis millones de toneladas, e incluye productos como tubos de revestimiento y de producción, tubos de conducción y diversos tubos de acero para aplicaciones mecánicas y estructurales. Además, la empresa cuenta con una red de plantas productivas, centros de servicio y oficinas comerciales en todo el mundo. Tenaris cuenta con un Centro de Investigación y Desarrollo que, entre otras cosas, ensaya materiales y superficies con nuevas propiedades basadas en micro y nanotecnología y posee alrededor de 120 investigadores en diversas disciplinas científicas y tecnológicas (Tenaris, 2019; Echeverría, 2013).

El doctor Pablo Castro, del Departamento de Química de Superficies y Recubrimientos de Tenaris, explicó que “en los inicios mismos del boom de la nanotecnología como nombre, porque antes se llamaba de otra manera, nosotros ya por el año 2000 empezamos a hacer algunas cosas”, aunque de manera fuerte “empezamos por el 2005/2006 a hacer cosas relacionadas más directamente con nanotecnología”. Sin embargo, “no tenemos un área dedicada sólo a nanotecnología” y “el equipamiento que tenemos es general de investigación y desarrollo en el área de química”. “Tenemos a la nanotecnología como una herramienta, no como un fin en sí mismo. No fabricamos nanopartículas, no fabricamos nanotubos. Podemos utilizar esos materiales en nuestros productos”. En el área relacionada a recubrimientos y tratamientos superficiales, “es interesante porque hay muchísimo material de recubrimientos a lo que le podés agregar nanomateriales, cambiar las propiedades en forma más interesante […] ahí sí estamos trabajando”. En ese grupo “hay 12 personas, pero los temas van cambiando, no son sólo de nano […] hoy tengo tres personas dedicadas a temas de nano. Mañana puede ser uno o pueden ser 10. Si alguno de los productos que estamos probando llega a ser, vamos a tener todo el equipo trabajando en eso”. Por ejemplo, Tenaris se encuentra trabajando en un “sistema para reemplazar la grasa de las petroleras […] que podría llegar a contener materiales nanoestructurados”,

“en la parte relacionada con procesos, tenemos en marcha algunos reemplazos del cromo duro en materiales para laminar herramental, pero está todavía en vías de investigación y desarrollo”, aunque “hay buenas perspectivas al respecto de reemplazar cromo duro por una aleación nanoestructurada” y “tenemos algunos revestimientos que incorporan nanopartículas para algunas de las pinturas de los tubos […] Hay mucho que está todavía desarrollándose”. Así, “en tema nano específicamente, tenemos tres o cuatro patentes”. Por otro lado, aclara que “como política de la compañía no recibimos ayuda de terceros para todo lo que sea I+D” y “tratamos de no tener ningún tipo de vinculación, más allá de algún convenio una vez cada tanto”. Entonces, “si hay que hacer un trabajo con el CONICET, o el INTI, entonces se hace un convenio especial”, aunque “con el CONICET es muy complicado trabajar. Como la mayoría de los investigadores, de alguna forma u otra, están vinculados con el CONICET terminas teniendo algunos problemas de tipo contractuales, de que no saben quién tiene que firmar, cuándo va firmar. Es bastante complicado” y “hoy en día no hay ningún proyecto en marcha en relación a nanotecnología en el país”. Por el contrario, Tenaris participa de proyectos de investigación en instituciones científico-tecnológicas del exterior, “trabajamos muchísimo con instituciones de Alemania, Estados Unidos, Inglaterra, etc.” y la relación más fuerte es “con institutos del exterior dedicados específicamente a lo que es apoyo a industria, a bajar a tierra la tecnología” y “mucha relación con empresas”. Así, “tenemos varios convenios andando y varios productos que estamos probando, que tienen componentes nano, o sea en cuanto a nanomateriales o que durante el proceso tenés algún nanomaterial dando vueltas […] en este momento por lo menos, 3 o 4 están en marcha” (Comunicación telefónica con Pablo Castro de Tenaris, 19/06/2017). En síntesis, Tenaris se encuentra desarrollando productos que poseen recubrimientos con nanopartículas que proveen propiedades relativas al comportamiento anti-engrane y resistencia a la corrosión.

INVAP, creada en 1976, es una empresa de tecnología dedicada al diseño y construcción de plantas, equipamientos y dispositivos en áreas de alta complejidad como energía nuclear, tecnología espacial, tecnología industrial y equipamiento

médico y científico. Según el boletín estadístico tecnológico de 2009, en el campo de la nanotecnología, INVAP se encontraba desarrollando sensores infrarrojos para usar en satélites (BET, 2009: 4). Según Vila Seoane (2011), desde INVAP se visualizaba a la nanotecnología como una apuesta a futuro. Los desarrollos se estaban llevando a cabo con grupos de investigación de instituciones y universidades del país, como la CNEA. En cuanto a las aplicaciones de la nanotecnología, desde la empresa comentaron acerca de proyectos relacionados con el desarrollo de sensores y emisores infrarrojos que podrían ser aplicados en el sector aeroespacial, en desarrollos de sensores para las empresas dedicadas a seguridad, y también en usos de sensores para mediciones y cuidado del ambiente. Por otro lado, INVAP estaba investigando sobre las posibles aplicaciones de la nanotecnología en implantes médicos, dado que las nuevas propiedades en la nanoescala permitirían mejorar la calidad y la respuesta de los materiales utilizados actualmente (Vila Seoane, 2011: 62).

Laboratorios Bacon es una empresa ubicada en Villa Martelli, provincia de Buenos Aires, que elabora productos para diagnóstico y tratamiento radioterapéutico y que destina una parte de sus recursos a la investigación científica para el desarrollo de nuevos productos (Bacon, 2019). El responsable del área nuclear de esta empresa precisó que se encuentran desarrollando “un blanco de irradiación de nanopartículas de óxido de teluro para la obtención de un radioisótopo” que “en este momento lo estamos importando desde Alemania, y es utilizado en niños por su exactitud en el diagnóstico de diversos males y la baja dosimetría”. Además, agregó que “ya tenemos casi todo listo para las pruebas preliminares” (Comunicación vía correo electrónico con Guillermo Casale de Laboratorios Bacon, 10/07/2017).

NanoSoluciones, creada en 2017 en Santa Fe, inicialmente incubada en la Universidad Nacional de Rosario (UNR), es una empresa que busca impulsar mejoras tecnológicas a través de la nanotecnología. La empresa produce nanopartículas de plata, oro, cobre y magnesio a escala industrial para su aplicación en productos finales y según su sitio web, pueden introducir las nanopartículas en casi cualquier material y/o proceso, generando productos innovadores con

propiedades disruptivas en el mercado. Además de este tipo de desarrollos, ofrecen soluciones tecnológicas estándar, sobre la base de las cuales cualquier fabricante puede crear su propia línea de productos en industrias tales como la cosmética, perfumes, pintura, polímeros, textiles, entre otras (NanoSoluciones, 2019).

Otras empresas que surgieron como *start-ups* y que aún no comercializan sus desarrollos son las que están incubadas en la FAN. Es el caso de Chemtest, enfocada 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. Según uno de sus fundadores, al momento de realización de las entrevistas, Chemtest estaba "a punto de aprobar la planta de producción" (Comunicación personal con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017). Otro caso es Argentum Texne, que diseña y desarrolla sistemas de olfatometría y que según el presidente de la FAN "les está costando llegar al mercado" (Comunicación personal con Daniel Lupi de FAN, 10/10/2017). Por su parte, Inmunova, que es una empresa biotecnológica dedicada al desarrollo de vacunas, anticuerpos e inmunógenos, orientados hacia la salud humana y sanidad animal, y que diseñó nanoanticuerpos terapéuticos innovadores, entra en esta categoría dado que la empresa "todavía no gana plata. Vivimos en parte de aportes de los accionistas e inversores en general" (Comunicación personal con Linus Spatz de Inmunova, 3/08/2017). En la misma situación se encuentra Mabb, una empresa de bioingeniería que diseña y fabrica implantes dentales empleando materiales cerámicos nanoestructurados: "Comercialmente se está arrancando, no se factura mucho, pero se factura" (Comunicación personal con Bernardo Villares Had de Mabb, 7/06/2017). También ubicamos aquí a Dynami, que diseña y produce baterías de litio ultradelgadas y personalizadas, Panarum, que desarrolla medicamentos y productos nanofarmacéuticos a medida a través de la encapsulación y liberación controlada de ingredientes activos, Ebers, que diseñó plantillas con nanotecnología con el objetivo de combatir las consecuencias de la diabetes, a través de sensores de presión, temperatura y humedad, Mirai 3D, es un emprendimiento de ingeniería biomédica que desarrolla soluciones para la salud basadas en la combinación de impresión 3D y materiales avanzados y Zev Biotech,

que tiene como misión producir y comercializar kits de diagnóstico molecular para laboratorios de análisis clínico, hospitales y centros de salud públicos y privados de países emergentes.

Además de las empresas incubadas en la FAN, existen otras *start-ups* que aún no comercializan sus desarrollos, como Hybridon, empresa de base tecnológica –que funciona bajo la órbita de la UNSAM, el CONICET y la empresa Adox–, que se encuentra desarrollando recubrimientos antibacterianos para reducir infecciones intrahospitalarias. Se trata de una solución con micropartículas nanoestructuradas adsorbidas con iones plata y cobre, los cuales actúan como antimicrobiano adhiriéndose a la superficie en donde se las aplica, aplicados en forma de spray (Zamponi, 2017).

Nanocellu-Ar es un emprendimiento impulsado por una empresa privada, West Lubricantes S.A., ubicada en el Parque Industrial La Cantábrica, partido de Morón en la provincia de Buenos Aires, en conjunto con un grupo de investigadores del Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología (ITPN), entidad de doble dependencia UBA-CONICET. Este emprendimiento recibió financiamiento del FONARSEC, en su línea EMPRETECNO 2013, programa de impulso a la creación de empresas de base tecnológica (EMPRETECNO 101 titulado “Nanocellu-Ar para la fabricación de nanocelulosa bacterial”). A raíz de ello, la Nanocellu-Ar está produciendo nanocelulosa a partir de bacterias desde mediados de 2016, que está compuesta por fibras de ancho nanométrico y longitud micrométrica, constituyendo una red tridimensional con características que la hacen un material atractivo para numerosas aplicaciones, como en alimentos, aplicaciones biomédicas y de reparación en piel, cuidados de la piel, papel más resistente, envases, membranas acústicas y para extracción de petróleo (Nanocellu-Ar, 2019).

Según la directora del EMPRETECNO, la ingeniera química y doctora en ciencias de materiales Analía Vázquez, la idea del proyecto surgió en el ITPN, pero hubo interés de la parte privada cuando la presidenta de West Lubricantes, la licenciada Teresa Gonella, se acercó porque “quería transformarse […] Quería diversificar su empresa”, por lo que “teníamos que empezar con un producto que esté relacionado

a la empresa de lubricantes […] empezamos a estudiar el tema de cómo hacer un lubricante verde o una grasa verde […] porque sus componentes son todos biopolímeros y todas cosas que no contaminan. A ella le interesó el tema". Así, "casi la totalidad de equipamiento está en la planta piloto que se armó en la empresa", algo atípico dado que, en la mayoría de los proyectos analizados en esta tesis, el equipamiento solía destinarse a la parte pública. Sin embargo, la "dificultad fue la falta de dinero para infraestructura", que la aportó West Lubricantes. "No había plata para infraestructura cuando nos presentamos […] ¿quién te da la infraestructura? En nuestro caso, Teresa [Gonella] armó la parte de infraestructura con un ANR o con otra cosa […] lo armó dentro de la empresa", pero "no puede haber una empresa dentro de otra empresa. Ella va a tener que hacer una expansión atrás de su empresa para dividir las dos empresas". Ahora bien, "si yo tuviera un Instituto […] y me presento a una EBT y no tengo una persona con esas características, ¿qué hago? Si tengo que armar una empresa y no tengo dinero para infraestructura", "la EBT tiene que poder aceptar que se abra una nueva línea dentro de la empresa. No una empresa nueva, sino una línea. […] estos FONARSEC deberían poder aceptarlo". En este proyecto fue importante la realización de reuniones periódicas, porque la primer parte del mismo recayó sobre el ITPN: "Todo ese tiempo nosotros lo que hicimos fue comprar equipos, ver el cambio de escala, cuál era el proceso más óptimo para fabricarlo en la planta piloto, cuáles eran las concentraciones, las temperaturas, pero no en un laboratorio sino en la planta piloto ya funcionando […] podemos fabricar en escala intermedia". Hacia fines de 2017 el proyecto estaba en la etapa de búsqueda de clientes que recayó sobre la parte empresarial: "se contactaron 20 empresas". Teniendo el prototipo del producto, "estamos en condiciones de producir pruebas pilotos. Hay dos empresas que lo están probando. Una es una empresa que quiere la grasa no tóxica para un molino harinero. La otra es para el tendido de fibra óptica en zonas frías". Aunque el ITPN va a "seguir conectado con esta empresa", que planea contratar personal cuando concrete ventas y tenga ingresos. En sus palabras, "nosotros vamos a tener que seguir trabajando como laboratorio de desarrollo de la empresa. Porque las empresas PyMEs no tienen capacidad de investigación y desarrollo. Entonces nosotros vamos

a tener que seguir conectados a los clientes que ella nos traiga" porque esto "es un nanoinsumo" y hay "que generar la cadena de valor". A ese nanoinsumo "hay que pasarlo a una empresa intermedia y capaz que hay otra que es la que va a terminar". Por ejemplo, "el caso de farma de los parches, nosotros podemos fabricar la nanocelulosa, pasárselo a una empresa farma que es la que fabrica los parches para medicina y después tiene que ir a su uso en medicina. O sea que hay una cadena de valor que hay que desarrollar en algunos casos. En otros es directo". Entonces "no es fácil que terminemos de desarrollar la cadena de valor […] hay otros productos que son más fáciles de meter en el mercado y van a ser los clientes que ya la conocen […] Creo que el producto más fácil de poner en el mercado va ser el lubricante", pero "nuestras debilidades son la comercialización" y "en este momento estamos mal porque estamos terminando el EMPRETECNO en una situación donde las empresas no están en su mejor situación. Están reduciendo personal, están cerrando empresas. El contexto que atraviesa el empresariado no creo que sea una situación óptima para poder hacer innovación" (Comunicación personal con Analía Vázquez del ITPN, 21/07/2017).

Por su parte, desde West Lubricantes explicaron que, siendo una empresa pequeña, siempre buscan "agregar valor a lo que hacemos y diferenciarnos de las empresas petroleras" dado que "en nuestro mercado los jugadores son muy grandes. Están las petroleras y después nosotros estamos en la que se llama la categoría de los jobbers", "somos los que mezclamos". Es decir, "ni destilamos ni refinamos, sino que les compramos los productos básicos a las petroleras que son YPF y Shell en el mercado local y con distintos aditivos formulamos lubricantes para mecanizado, hidráulicos para engranaje, es una variedad muy importante". Así, a través de una convocatoria "para reemplazar insumos importados, nos acercamos al ITPN" buscando desarrollar "algún producto para usarlo como aditivo" ya que "a los lubricantes lo que los diferencia son los aditivos. Según el aditivo que uno le ponga a un aceite básico lubricante, a una base de petróleo, vos podés hacer un aceite para el sistema hidráulico o un lubricante para un engranaje o un lubricante para una operación de estampado" y esos "aditivos en general son importados […] son caros, hay dificultad para conseguirlos, hay pocos proveedores". Por lo cual,

“intentamos buscar producir nosotros algún aditivo a nivel nacional biodegradable” y el ITPN “trabaja con nano biopolímeros derivado del biodiesel. Es un espesante natural biodegradable y tiene múltiples aplicaciones” y “descubrimos que no solamente lo podíamos usar como un aditivo para un lubricante, sino que puede ser aditivo para pinturas, se puede usar en electrónica para membranas acústicas, se puede usar en medicina en parches para quemaduras […] se usa para hacer arterias artificiales, mascarillas faciales, para extracción de petróleo y gas no convencionales como aditivo para desprender el petróleo de las rocas”. Se trata de “un espesante, un polímero biodegradable y lo estamos probando simultáneamente en varias industrias”, aunque “etapa de ventas todavía no hay. Sí hay más de 50 muestras dadas en 50 empresas que lo están probando” (Comunicación personal con Teresa Gonella de West Lubricantes, 15/06/2017).

Otro emprendimiento es “Nanodetección”, producto de un proyecto EMPRETECNO entre CONICET y CITES cuyos orígenes son de 2009, cuando un grupo de científicos del CAB junto con el INTA desarrollaron un nanosensor para detectar la presencia de agroquímicos en bajas cantidades en aguas subterráneas y monitorear su evolución en el tiempo. El proyecto obtuvo el primer premio del concurso para planes de negocios con base tecnológica IB50K organizado por el Instituto Balseiro y se proponía la creación de una *spin off*, en el marco del CINN, para llevar el detector al mercado (*El Cronista*, 2009b). Según Nicolás Tognalli, doctor en física e impulsor de este proyecto, el primer prototipo fue desarrollado con aportes de la FAN, mediante un Pre-Semilla. Posteriormente, en 2013 se firmó un CAPP entre el CITES y CONICET con el objetivo de crear una EBT abocada a la detección de agroquímicos utilizando nano y biotecnologías. El CONICET se comprometía a aportar recursos humanos altamente calificados (CONICET, 2013b; Bar, 2014a). Tognalli explicó que para llevar el nanosensor al mercado necesitaba una contraparte privada, por lo que en ese entonces se armó el CITES, que es una incubadora privada de empresas de base científica y tecnológica constituida por el Grupo Sancor Seguros, ubicada en Sunchales, provincia de Santa Fe: “en 2012 […] le golpeo la puerta al CEO del Grupo Sancor Seguros. Le digo que quiero generar un desarrollo, me da la oportunidad y el sostén económico para escribir un proyecto

para que ellos puedan considerar si lo quieren financiar, para desarrollo de un Centro de Tecnología". Entonces "fui el responsable de escribir este proyecto inicialmente. Conseguí el apoyo para iniciarlo y en julio de este año, ya con la aprobación de Sancor Seguros, consigo avanzar con el proyecto de CITES". Así, "Sancor Seguros aportó su *know how* de negocios, su red de contactos, relacionamientos, con escuelas de negocios y demás, pero básicamente la propuesta de CITES es lo que me hubiera gustado tener a mi como emprendedor para montar mi *start-up*" (Comunicación personal con Nicolás Tognalli de CITES, 26/07/2017).

Entonces, con CITES constituido se armó el CAPP en 2013 y "se defendió me parece que en abril o en mayo del 2014. Se aprobó en agosto del 2014 y recién los fondos estuvieron disponibles en 2015" y "una línea de financiamiento que tarda un año y medio entre que vos presentás a que te llegan los fondos para poder utilizar, atenta contra el desarrollo de un *start-up*" y "la manera en la cual se ejecutan los fondos también atenta", porque "el sector privado tiene una variable más que no tiene el sector público, que es el tiempo" y "esperar un año y medio para que te den los fondos es perder una oportunidad". Además, "hacer importaciones de equipamiento es un dolor de cabeza". Hacia mediados de 2017 el proyecto no estaba finalizado, aunque estaba en instancias finales. Su objetivo inicial era "analizar una tecnología para detectar un contaminante en lácteos y en la industria de agroquímicos", pero no había mercado. "Analizamos otro mercado y terminamos en trazadores para la industria del petróleo, detectores moleculares para extracción secundaria en la industria del petróleo […] porque tratamos de que no sea un proyecto de investigación y desarrollo, sino un proyecto donde se desarrolle una tecnología que tiene un mercado y que tenga una posibilidad en la industria". El EMPRETECNO permitió "reorientar nuestro producto a la demanda de un cliente potencial claro, que tenga intenciones de implementar esto" porque para crear una empresa "necesitas un producto con un mercado potencial y además un inversor después. O un mercado que esté andando", entonces "tu emprendimiento tiene que tener un producto, un modelo de negocios probado sólido, podes tener el vehículo societario constituido de la empresa. Pero todo eso está listo para presentárselo a

un fondo de inversión o a un inversor estratégico o a una empresa. Si no lo conseguís el proyecto queda trunco". Finalmente, el proyecto de Nanodetección "va a ser presentado a análisis del Comité de inversión de CITES, que va ser el que definirá si el proyecto realmente se va financiar o no". "El diseño industrial del producto sí se logró […] El análisis del mercado dio un mercado interesante pero no tan grande como se preveía con una potencialidad de captar hasta 10 millones de dólares en una empresa en cinco años". Por último, Tognalli reflexionó que el EMPRETECNO sirve "para proyectos que están en un estadío muy incipiente", aunque sirve "si tienen una parte privada que puede suplir todas las falencias del financiamiento en función del tiempo que habilita el EMPRETECNO", por lo que "si es sólo el EMPRETECNO yo creo que es contraproducente porque daña el espíritu emprendedor de la persona que lo está liderando" porque "es tan fuerte el tema de remisión de subsidios y todo lo demás, que te saca del foco que vos tenés que tener que es constituir una empresa y emprender". Eso "creo que es contraproducente porque terminas en la misma dinámica de un investigador que ejecuta un PICT y lo que tenés que potenciar y fomentar es que ese investigador sea un emprendedor que quiera convertirse en empresario con la dinámica y la lógica de un hombre de negocios, que es distinta a la de un tipo que rinde subsidios" (Comunicación personal con Nicolás Tognalli de CITES, 26/07/2017).

Por su parte, la empresa Nairoby diseñó un compuesto termoplástico, utilizando micro y nanopartículas a través del agregado de nanoarcillas, para crear tablas de snowboard, lo que le confiere al producto mayor durabilidad y una flexión superior. Para el proceso de desarrollo del prototipo de la tabla la empresa marplatense contó con un Pre-Semilla de la FAN, cuyo objetivo fue obtener tablas con idéntica funcionalidad a las tradicionales, pero con la ventaja de ser elaboradas con un material reciclable. La reciclabilidad permite volver a procesar una tabla usada (rota o no) y obtener una nueva a partir de ella (FAN, 2019a; Nairoby, 2019).

Otra empresa que obtuvo un fondo Pre-Semilla de la FAN es Kohlenia, para lo cual se vinculó con el ITPN (CONICET-UBA). Esta empresa, que inició sus actividades en 2009, desarrollando procesos y piezas para el Plan Espacial Nacional para la

CONAE y VENG en El Talar, partido de Tigre en la provincia de Buenos Aires, ofrece productos y servicios a medida en materiales compuestos avanzados a diferentes industrias. El proyecto Pre-Semilla apuntó a desarrollar cascos de polo con un material compuesto nanoestructurado a base de fibra de carbono, epoxi y poliuretano que le confiere al producto una mayor resistencia al impacto, una reducción en su peso y un abaratamiento en los costos de producción. Así, según los ensayos de impacto realizados sobre los primeros cascos fabricados, todos mostraron una mejora en la tenacidad a la fractura, impidiendo la generación y propagación de fisuras (Kohlenia, 2019; FAN, 2019b).

Rasa Protect es una empresa creada en 1991, que fabrica indumentaria protectiva y equipamiento de seguridad para las industrias minera, petroquímica e hidrocarburífera, cuya planta productiva se ubica en la ciudad de Chascomús, provincia de Buenos Aires (Rasa Protect, 2019). Con un fondo Pre-Semilla de la FAN, Rasa Protect en asociación con el CONICET desarrollaron un traje para bomberos con telas ignífugas, más liviano y resistente, a partir de la combinación de fibras naturales de origen animal y vegetal y semisintéticas con distintos tipos de nanomateriales, entre ellos, óxido de zinc, que implican para su elaboración una menor cantidad de capas de tela. Desde CONICET, los encargados de producir las telas inteligentes que reemplazarán a los trajes convencionales más pesados, compuestos de una capa ignífuga, otra aislante térmica y otra de respirabilidad, fueron los doctores Manuela Kim y Eugenio Otal, de la Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégico para la Defensa y el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (UNIDEF-CITEDEF) (FAN, 2019c). Sobre el nuevo proceso de desarrollo de los trajes, un miembro de Rasa Protect comentaba en una de las conferencias del Nanomercosur 2017 que “el caso de bomberos está compuesto de tres capas” y la novedad consiste en “reemplazar con nanopartículas toda la parte de aislación térmica […] cambiando el paradigma del casco de bomberos, al cambiar ese proceso de tres capas y convertirlo en una sola capa”. Las ventajas del nuevo proceso incluyen “bajar el peso, otorgando mayor flexibilidad, baja el costo también”. Además, precisaba que “hay 19 empresas en el mundo que hacen esto, creo que son dos en Sudamérica, una en Brasil y nosotros.

Y el número 18 factura mil millones de dólares anuales. Es un rubro de empresas muy grandes […] hay que tener una estrategia para competir contra ellas". Hacia fines de 2017 la FAN les había otorgado un fondo Semilla para continuar con la etapa de industrialización, a lo que el mismo integrante de la empresa agregaba que lo que ven desde Rasa Protect es que "la nanotecnología es un nuevo campo de soluciones a los viejos y nuevos problemas que va planteando la humanidad", pero que "la velocidad y la aplicación de soluciones va a depender de la sinergia que generemos entre los científicos, el empresario o emprendedor y los organismos de promoción que tiene la Argentina" (Conferencia de Agustín Sanucci de Rasa Protect en Nanomercosur 2017, 26/09/2017).

6.3. Vinculaciones entre empresas y el sistema científico

Un estudio encargado por la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva (SSEyP), dependiente de la Secretaría de Planeamiento de Políticas del MINCyT, del año 2012 se centró en la situación y los desafíos de los centros de investigación y de las empresas relacionadas con la nanotecnología del país.[223] Los resultados del estudio reflejan los desafíos que enfrentan los grupos de I+D y las empresas argentinas de nanotecnología al trabajar en conjunto. En este sentido, se identificaron tanto convergencias como divergencias en el tipo de aplicaciones industriales de las empresas o de las líneas de I+D de los grupos. Por un lado, tanto grupos como empresas coincidieron en la potencialidad de desarrollar productos en las áreas de salud humana, biotecnología y ambiente. Asimismo, mientras que algunas empresas se inclinaron más por sectores que se ajustan a la realidad del perfil productivo del país, tales como autopartes, metalmecánica, siderurgia, agroindustria y alimentos, la respuesta de algunos grupos de I+D para esos mismos sectores fue poco prioritaria (Vila Seoane y Rodríguez, 2012; Vila Seoane, 2014: 87). Según Vila Seoane (2014), este dato muestra la dificultad de varios grupos de I+D de asociar sus líneas de investigación con las problemáticas industriales locales, y de cómo sus conocimientos podrían fortalecer estos sectores industriales más tradicionales. Un dato relevante en este sentido es que sólo un 10% de las vinculaciones de los

[223] El estudio se basó en encuestas realizadas a 23 empresas y 81 grupos I+D.

grupos de I+D son con empresas, mientras que la gran mayoría (36%) se realiza con universidades extranjeras (Vila Seoane y Rodríguez, 2012: 22). Desde los grupos de I+D expresaron que, a pesar de sus conocimientos en el área, reciben pocas demandas desde las empresas para resolver sus problemas tecnológicos. Y cuando las reciben, que las empresas suelen tener dificultades para plantear tecnológicamente dichos problemas, algo que dificulta la creación de un lenguaje común para abordar los desafíos (Vila Seoane, 2014: 87).

Desde las empresas se plantean cuestiones semejantes, al señalar que existen serias dificultades en el plano de la transferencia tecnológica. Así, a pesar de que la nanotecnología "tiene para ofrecerte de todo en todos los tramos", desde el lado industrial si hay una necesidad "no sabemos a quién pedírselo" y en otras ocasiones "no sabemos lo que la nano nos puede dar". De esta forma, por más que "los procesos de transferencia y las herramientas de transferencia" solucionen el problema del "acceso a desarrollo", dado que las PyMES están limitadas por sus recursos humanos y económicos, una vez que interactúan los científicos e investigadores con los empresarios "no se pueden entender":

> "Hay un idioma, hay un salto, que yo defino como idioma, pero no es idioma, que no se entienden. Un científico no se entiende con un empresario. Hablan cosas distintas, piensan cosas distintas., evalúan cosas distintas. Realmente es complejo. Casi la relación personal. Yo no tengo ese problema porque estuve en todos lados, pero la mayoría no. Si convenimos que el 80% de la riqueza y del trabajo está en las PyMES y que además son las PyMES las que podrán generar tecnología, valor agregado que quede acá, porque las multinacionales por más que la generen acá, después la guita se vuelve para afuera, tenés que fomentar a las PyMES para que el valor agregado quede acá. Aparte son las que no tienen acceso, las multi tienen acceso. Pero yo con colegas o clientes que me escuchan hablar de estas cosas, piensan que estoy loco y piensan que esto jamás les puede tocar a ellos y que no se pueden meter. Y es falso. Lo que pasa es que el tipo de empresario no se puede entender con el científico porque el científico no quiere entender al

> empresario. Acá hay un esfuerzo del ministerio grande en tratar de saltar eso, pero es un proceso muy largo. El mismo ministro lo dice, este proceso lleva 50 años. Un cambio cultural absoluto. Y en la medida en que hay tiempo y hagan contar los casos exitosos y poder mostrar que lo exitoso no solamente es conseguir lo que uno quiere. […] El problema del sistema científico es que a los científicos les siguen doliendo las orejas cuando escuchan hablar de hacer tecnología en lugar de ciencia. Lo cual está bien hasta cierto punto. Sin ciencia no hay tecnología, pero sin tecnología no tenés la ciencia aplicada a la industria y no obtenés los beneficios en la riqueza real y local" (Comunicación personal con Leandro Bronstein de Laring, 24/05/2017).

Aun así, según el material empírico de esta tesis, tanto desde las empresas que comercializan desarrollos nanotecnológicos o aquellas que aún no lo hacen, sus representantes indican estar vinculadas con grupos o institutos de investigación, universidades nacionales y organismos como CNEA, INTI, entre otras.[224] Este dato coincide también con lo indicado por las empresas en el estudio encargado por el MINCyT, donde la mayoría indicó estar vinculada con organismos de ciencia y tecnología, universidades públicas nacionales y con otras empresas locales (Vila Seoane y Rodríguez, 2012: 24).

Sin embargo, a pesar de los avances en materia de vinculaciones, algunos entrevistados señalaron que siguen existiendo dificultades. Por ejemplo, el siguiente fragmento es revelador al respecto:

> "Diez años parece un montón, pero en realidad es nada […] hace diez años atrás el vínculo entre los grupos de investigación y las empresas era prácticamente nulo. Era como un odio mutuo en que el empresario decía que

[224] De las 28 empresas que ya comercializan desarrollos nanotecnológicos 19 declararon tener o haber tenido algún tipo de vinculación con centros nacionales de I+D u organismos de CyT nacionales. Para las 9 restantes no se obtuvo información. Y de las 25 empresas que aún no comercializan desarrollos, al menos 22 declararon tener o haber tenido algún tipo de vinculación con centros nacionales de I+D u organismos de CyT nacionales. En el caso de Tenaris, por ejemplo, declararon que las vinculaciones se suelen realizar mayoritariamente con centros de I+D del exterior y con empresas extranjeras. En total, de 53 empresas, 41 mantienen o mantuvieron vinculaciones con el sistema científico, lo que representa alrededor de un 77%.

> el investigador no quería trabajar, no cumplía con el fin que era hacer un producto determinado. Y desde el punto de vista de los investigadores era como Satán la empresa. Y nunca se unían. Y la realidad es que ni una cosa ni la otra. Ambas partes se necesitan y complementan. Cambió desde el punto de vista educativo, no se enseña como antes que solamente la ciencia básica es lo importante, sino que la industria es un vehículo en sí, con el cual se debe relacionar porque si no, no tiene sentido. Nunca vas a poder llegar a ser un país desarrollado. La forma de plasmar algunas de las investigaciones es a través de la industria. Está cambiando lentamente" (Comunicación personal con Pablo Ranieri de Rhein Chemie, 22/05/2017).

Por otro lado, las empresas identificaron como desafíos y obstáculos para el desarrollo de productos a base de nanotecnología la falta de financiamiento productivo, en particular, para el escalado de prototipos. Además, el país carece de capital de riesgo. En esta dirección, por ejemplo, desde Lipomize señalaron que al momento de crear una empresa el acceso al financiamiento es la parte más complicada "en ningún banco no podes ni golpear la puerta porque si no tenés antecedentes, balances y garantía, podes tener el mejor proyecto del mundo que no te van a dar ni un peso. Es re difícil acceder a financiamiento" y "si bien suele haber financiamiento de 50.000 o 100.000 pesos, capital semilla, pack emprendedor como para arrancar con un emprendimiento, casi que no hay financiamiento para *start-up* que ya tienen uno o dos años de vida y necesitan una suma de dinero más importante, capaz que de un millón de pesos":

> "Prácticamente no hay. Lo del ANR es otra cosa, porque muchas veces se destina a I+D y te piden una contraparte. Eso es algo que es desarrollo y vos tenés que tener la espalda financiera para pedir un ANR porque amen de la ayuda que te dan vos también tenés que empujar desde algún lugar. Y es para desarrollo que es algo para largo plazo. No lo podes invertir en compra de equipamiento productivo para cambiar de escala […] pero si tenés una EBT con muy pocos años de vida y sin antecedentes de balance, casi no tenés acceso a financiamiento. Tenés lo de buscar inversores ángeles o

> capital de riesgo, pero es a costilla de ver qué porcentaje cede la empresa. Si no, no tenés acceso a financiamiento productivo […] Y otro problema que uno tiene es que muchas veces para lo que uno está desarrollando necesita hacer pruebas y testeos del producto y tampoco hay mucho financiamiento para eso. […] Y generalmente una EBT todo el tiempo está haciendo productos nuevos y necesitas hacer una inversión en pruebas de concepto de ese producto, y no tenés disponibilidad de ese dinero todo el tiempo. […] Las empresas pequeñas como la nuestra, de base tecnológica, no cuentan con los recursos para estar invirtiendo todo el tiempo en cada solicitud o pedido que puede hacer un cliente. Eso es un problema casi tan importante como desarrollar algo. Probar para ver que tal funciona. […] Las empresas no te lo quieren financiar, te dicen que las llames cuando tengas la prueba y los resultados. […] Hay muchas líneas de financiamiento pero no sé si el foco está bien puesto, si está pensado para emprendedores. ¿Por qué no hay más empresas como la nuestra acá en la incubadora en Santa Fe? Porque si todo fuese tan fácil y vos escuchás que hay líneas de financiamiento, subsidios, exenciones en impuestos y un montón de ayuda de todo y, pero ¿cómo no hay más casos? […] Quizás por una cuestión más profunda de política, dónde se está haciendo el foco. […] Que nosotros supimos aprovechar el máximo posible todo lo que esté dando vueltas es una cosa, pero que no haya más casos como el nuestro por ahí muestra desde donde hay que trabajar" (Comunicación vía Skype con Martín Díaz de Lipomize, 19/06/2018).

Varias áreas de la nanotecnología, aunque no necesariamente todas, dependen del uso de distintos tipos de equipos (Vila Seoane, 2014: 88), lo que constituye otra dificultad para la industria. En muchos casos, el alto costo de los equipos, infraestructuras científicas y competencias técnicas de las NyN afecta las colaboraciones entre investigadores y la industria local. De esta forma, debido a la ausencia de laboratorios en las empresas, en la mayoría de los casos, se establecen convenios de cooperación y/o contratos entre aquéllas y los centros de investigación buscando acceder al equipamiento necesario (Spivak et al., 2012). La difusión aparece como otro desafío para la promoción del área, ya sea por las posibles

aplicaciones de la nanotecnología en un proceso industrial, así como también para los clientes o consumidores. Este obstáculo se relaciona con otro, el desarrollo de mercados. Algunos empresarios se lamentan de la escasa demanda de los consumidores de productos que indiquen que utilizan nanotecnología (Vila Seoane, 2014: 89), algo que fue indicado también en las entrevistas realizadas para esta tesis.

6.4. Discusión y síntesis

Dado que la nanotecnología es un área tecnológica que atraviesa varias industrias, estimar y precisar una cantidad de empresas relacionadas con la nanotecnología es complicado. En este sentido, la cantidad de empresas nacionales relacionadas con la nanotecnología difiere en varios estudios. Así, Vila Seoane (2011) identificó 45 empresas nanotecnológicas al año 2011, Záyago Lau et al. (2015) identificaron 58 empresas, Foladori et al. (2017c) contabilizaron 37 empresas y un estudio de consultoría del MINCyT (2016a) identificó un total de 83 empresas. En esta tesis llegamos a contabilizar una cantidad de 53 empresas vinculadas a la nanotecnología hacia mediados de 2019, habiendo considerado como tales aquellas empresas que poseían capitales nacionales y contaban con productos y/o procesos vinculados a la nanotecnología y/o la microtecnología en el mercado, o que contaban solamente con proyectos de I+D de nanotecnología. Así, entre las empresas que cuentan con aplicaciones propias en el mercado contabilizamos 28 y entre las que sólo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología o que todavía no comercializan sus desarrollos, ubicamos 25 empresas.

Del total de 53 empresas, 10 empresas desarrollan actividades también en microtecnología además de nanotecnología (Gihon, Enorza, Mutech Microsystems, ArsUltra, Laboratorios Pharmatrix, Indarra, Fabriquímica, Ceprofarm, Nairoby y Tenaris) y 3 solamente en microtecnología (Unitec Blue, MZP y Omega Sur). Por otro lado, en cuanto a la ubicación geográfica, las empresas se concentran fuertemente en la provincia de Buenos Aires (28), mientras que CABA reúne 8 empresas, Santa Fe 7, Córdoba y Río Negro 4 cada una y Entre Ríos reúne 2. Además, la mayoría (31) son empresas creadas a partir de 2003, momento en que

el gobierno argentino empezó a implementar políticas para promover el área, siendo las restantes 22 creadas antes del boom nanotecnológico. Este dato permite observar que 22 empresas generaron procesos de diversificación tecnológica coherente con su base de conocimiento y actividades previas, mientras que muchas de las 31 empresas "nuevas" aprovecharon el boom de la nanotecnología para orientar sus actividades productivas. En general, podemos decir que la nanotecnología presenta fuertes posibilidades de complementariedad con las actividades productivas existentes. El caso de Tenaris, INVAP e Y-TEC muestra que las firmas con conocimientos, aprendizajes y redes desarrolladas poseen intereses en invertir en el desarrollo de la nanotecnología, integrándola a sus líneas productivas. Pero, además, muchas nuevas empresas surgieron enfocadas en su totalidad en las ventajas que ofrece la nanotecnología a las diversas ramas industriales. Tal es el caso de Nanotek, como el caso más destacable, aunque no se trata del único emprendimiento totalmente enfocado en la nanotecnología –se pueden citar aquí los casos de Nanotica, Lipomize, Red Surcos, LiZys, Nanosoluciones, entre otras-.

En el caso de Nanotek, creada en 2006 como un desprendimiento de Service Management, una empresa que brinda servicios para fletamento marítimo o fluvial, la nanotecnología fue el foco desde el inicio, dado que los dueños buscaban innovar y diversificar la actividad de la mencionada empresa y de esa forma se relacionaron con investigadores del INGAR, donde surgieron investigaciones en nanopartículas. En sus palabras, era "la nueva onda, pero estaba muy verde todavía". A partir de la asociación de inversores privados con un investigador del CONICET fueron desarrolladas las nanopartículas de hierro buscando su aplicación en remediación ambiental, aunque desde la empresa relataron que en aquellos momentos –años 2005 y 2006– algunos investigadores se alejaron del emprendimiento por temor a perjudicar su carrera científica, dado que la relación entre empresarios e investigadores estaba muy mal vista desde el sistema científico. El único investigador que se quedó había estado trabajando en la industria en su juventud y posteriormente se integró al sistema científico. En los primeros años de funcionamiento de la empresa la inversión de los socios fue mayor a los ingresos y

hubo escasas ventas. Así, durante los primeros 6 años de funcionamiento de la empresa la inversión privada de los socios fue de 10 millones de pesos. En 2008, Nanotek llevó a cabo una obra de descontaminación en una central hidroeléctrica contaminada con PCB, lo que fue su primera “facturación importante” y siguió desarrollando nanopartículas, de plata, óxido, entre otras, para ser aplicados en productos y procesos en diversos sectores industriales, como en ambiente, pinturas, cosméticos, plásticos, materiales de construcción. Además, se encuentra en constante expansión y diversificación de productos para lo cual cuenta con su propio laboratorio de I+D y está fuertemente vinculada al sistema científico, por ejemplo, fue una empresa integrante del CINN creado en 2008. Actualmente, Nanotek produce nanopartículas (nanometales, nanoóxidos y nanoaleaciones), desarrolla procesos utilizando nanopartículas (para remediación ambiental, mitigación de arsénico en aguas de napas, de impregnación de nanopartículas en textiles) y nanoproductos para ser incorporados (como estabilizadores de suelos, pinturas, vestuario y accesorios de uso hospitalario, calzados, ropa deportiva). Para proteger sus procesos y productos, Nanotek utiliza el secreto industrial y su principal dificultad como empresa es la comercialización de sus productos, dado que los clientes desconocen de qué se trata la nanotecnología. Al respecto, agregaron que hacia 2015 y 2016, varias empresas se vienen acercando cada vez a Nanotek en busca de incorporar desarrollos novedosos a sus líneas productivas. Desde la empresa lo atribuyen a un “cambio en la mentalidad industrial”, aunque paradójicamente explican que existe una baja en el consumo en el mercado interno: “el mercado argentino cada vez consume menos y necesitan salir al mercado extranjero, pero si no tiene un valor agregado no compiten”. Hacia 2014 la facturación anual aproximada de la empresa era de 3 millones de pesos. Por último, Nanotek recibió un Pre-Semilla por parte de la FAN en 2012 para la nanoremediación de arsénico en aguas para consumo humano y en 2013 fue beneficiario de un proyecto FONARSEC en conjunto con CNEA para continuar el mismo proyecto. Pese a no estar finalizado al momento de la realización de las entrevistas, el proyecto atravesaba profundas dificultades burocráticas y administrativas, algo que desincentiva a la empresa a volver a presentarse a una

convocatoria pública. El fondo Pre-Semilla y el proyecto FONARSEC fueron las únicas ocasiones en que Nanotek recibió apoyo desde el Estado y desde la empresa atribuyen su crecimiento a su propia inversión y esfuerzo.

Por otro lado, en el caso argentino existen muchas empresas pequeñas especializadas en nanotecnología y, además, las *start-ups* jugaron y juegan un rol clave en el desarrollo económico de la nanotecnología. Así, de 53 empresas 22 se originaron como *start-ups* (alrededor del 41%), dato que se relaciona con lo que hace a las vinculaciones entre empresas y el sistema científico, que según esta tesis representa un número elevado. De esta forma, tanto desde las empresas que comercializan desarrollos nanotecnológicos o aquellas que aún no lo hacen, sus representantes indican estar vinculadas con grupos o institutos de investigación, universidades nacionales y organismos como CNEA, INTI, entre otras. En total, de 53 empresas, 41 mantienen o mantuvieron vinculaciones con el sistema científico, lo que representa alrededor de un 77%. Asimismo, en su mayoría, se trata de PyMES con 20 empleados aproximadamente, cuya facturación oscila entre los 116 millones de dólares –la cifra más alta- y 32 mil dólares –la cifra más baja-.

Por último, clasificamos a las empresas según sectores o áreas de especialidad o de las posibles aplicaciones de sus productos con nanotecnología. Algunas empresas pertenecen a más de una categoría, pues sus aplicaciones nanotecnológicas cubrían más de una industria. Los resultados se muestran en las Figura 6.3. y 6.4. en Anexo.[225] Los sectores de aplicación son variados, aunque la mayor cantidad de empresas desarrollan aplicaciones para la industria farmacéutica y la salud humana (11). En segundo lugar, se encuentran las empresas que desarrollan productos para la agroindustria y alimentos (6) e instrumentos y equipos (6). En tercer lugar, se ubican las empresas que están trabajando en actividades y productos relacionados con la industria química, incluyendo principalmente tratamientos superficiales y productos de limpieza (5) y aquellas que pertenecen a la industria Biomédica (5). El resto de las aplicaciones son parejas entre sí: Industria

[225] Incluimos un cuadro y un gráfico con los sectores o áreas de especialidad de las empresas según sus productos nanotecnológicos o posibles aplicaciones.

del plástico y envases (4), Industria metalúrgica y siderúrgica (2), Energía y Minería (4), Industria cosmética (4), Medioambiente (2), Industria aeroespacial (2), Industria textil (2), Industria electrónica (3) y otras (1). La clasificación de las empresas según sus aplicaciones nanotecnológicas muestra que la participación dominante proviene de emprendedores del sector nuclear y espacial, del INTI y de la biotecnología, a través de la colaboración con institutos de CONICET y algunas universidades públicas –lo que se ve por ejemplo en empresas como ArsUltra, Satellogic, LiZys, MZP, Enorza, Mutech Microsystems, Argentum Texne, Inmunova, Dynami, Panarum, Kohlenia, entre otras-. En este punto es importante recordar que tanto las ciencias biomédicas como el sector nuclear y, en menor medida el espacial, son los dos sectores en donde la Argentina muestra senderos de desarrollos tecnológicos exitosos, con expansión y diversificación y, en menor medida, con exportaciones de alto valor agregado.

En cuanto a los desafíos y obstáculos que enfrentan las empresas nacionales se encuentran los problemas en lo que respecta a la vinculación entre el sector productivo y los investigadores, que incluye principalmente problemas de lenguaje para abordar problemáticas en conjunto y dificultades de las empresas para expresar sus necesidades o demandas socio productivas a los investigadores. Otros desafíos son la falta de financiamiento productivo, en particular, para el escalado de prototipos y para las pruebas de concepto de productos y la carencia de capital de riesgo. Asimismo, la difusión es otro desafío para la promoción del área, ya sea por las posibles aplicaciones de la nanotecnología en un proceso industrial, así como también para los clientes o consumidores. Este obstáculo se relaciona con otro, el desarrollo de mercados, dado que algunos empresarios se lamentan de la escasa demanda de los consumidores de productos que indiquen que utilizan nanotecnología.

Según algunos artículos periodísticos de 2013, las empresas argentinas involucradas en actividades relacionadas con la micro y nanotecnología hacia 2015 se estimaban en 400. Por ejemplo, Águeda Menvielle, que fue directora de Relaciones Internacionales del MINCyT (1998-2016) y tuvo a su cargo el programa

Nanopymes, sostenía por aquel entonces que “El sector, en 2015, abarcará a 400 pymes en todo el país (hoy son más de 30, según el boletín de la Fundación Argentina de Nanotecnología, FAN) y empleará, en forma directa, a 11.000 personas” (*El Cronista*, 2013) y también “[…] si la Argentina alcanza los estándares mundiales más avanzados de inversión en nanotecnología, para 2015 el sector nanotecnológico empleará en forma directa a 11.000 personas. Este potencial abarcaría a 400 pymes industriales” (Cagliani, 2013). Contrariamente a lo que ahí se sostenía, según esta tesis existen en el país 53 empresas vinculadas con actividades nanotecnológicas, de las cuales 28 cuentan con productos a base de nanotecnología disponibles en el mercado.

En parte, la baja participación de empresas se debe a problemas de diseño de los instrumentos de políticas que buscaron la participación del sector productivo de forma desvinculada del resto de las políticas interministeriales. Desde su inicio, las políticas de promoción a la nanotecnología estuvieron desvinculas del tejido productivo local y se orientaron según criterios y necesidades científicas, promoviendo la nanotecnología como gran área de conocimiento y sin definir nichos ni sectores estratégicos. Es decir que la agenda de investigación de la NyN se estructuró según el conjunto de reglas que rigen en el mundo académico, que tienden a favorecer la publicación internacional por sobre la conexión entre academia y producción, fomentando la nanociencia antes que la nanotecnología. Ello se asocia con el hecho de que, la SECyT y luego el MINCyT, tomaron las recomendaciones de un grupo de científicos, consolidando una cultura académica y reemplazando la planificación estratégica por la opinión de emergentes académicos en temas avanzados. Los instrumentos como el PAE, que incluyeron empresas en su estructura, buscaron involucrar al sector productivo sin coordinación con la política industrial.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que Argentina posee un patrón productivo de escasa densidad tecnológica, predominando sectores de baja y media intensidad tecnológica, lo que explica en parte la baja demanda del sector productivo por desarrollos nanotecnológicos. Así, una característica que sobresale del empresario

argentino es su baja tendencia a la incorporación de tecnología, más aún, de tecnología novedosa como la nanotecnología. En el caso argentino, la mayor parte de la I+D es financiada a través del Estado (Ladenheim, 2015: 55). En líneas generales, el Estado sigue ocupando el rol central en las políticas de incentivo de la NyN. En este punto, si bien el FONARSEC se configuró como un incentivo para vincular el sector público con el sector privado, fue insuficiente para integrar a las empresas al patrón de desarrollo de la nanotecnología, logrando generar impacto a nivel de lo que llamamos casos testigos.

Conclusiones

Esta investigación se propuso analizar el intento un país semiperiférico de desarrollar capacidades científicas y tecnológicas competitivas a nivel mundial en el área de la nanotecnología, conceptualizada primero como área de vacancia, luego como área estratégica y, desde 2012, estabilizada como una TPG desde la gestión de las políticas públicas. Desde las primeras iniciativas, el objetivo explícito fue mejorar la competitividad de su economía. Para este análisis, recurrimos a la reconstrucción, caracterización y evaluación de la trayectoria de las políticas tecnológicas en el área de nanotecnología, implementadas en Argentina entre el período 2003-2015, tomando como eje las iniciativas de promoción del área que consideramos más relevantes, entre las que seleccionamos la trayectoria institucional de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) con el fin de determinar las fortalezas y debilidades del proceso de asimilación de la nanotecnología en la Argentina.

Como mostramos en el capítulo 1, Argentina no fue el único país de la semiperiferia en orientar su agenda pública hacia la promoción y el desarrollo de la nanotecnología. En este sentido, los organismos internacionales –entre los cuales se destacaron el BM, 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 analizados –Brasil, México y Argentina–, cuya principal manifestación fue la difusión de un discurso centrado en el argumento del impacto transversal –o efectos multiplicadores– de la NyN en el incremento de la competitividad en las economías de los países de menor desarrollo. Esto 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 definen sus propias agendas de necesidades y problemáticas, afines en todo caso al objetivo de mejora de la competitividad económica de las economías centrales.

Un fuerte disparador que dio origen a las políticas de promoción a la NyN fue el lanzamiento de la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) estadounidense a fines de 2000, si bien existían en la Argentina grupos de investigadores trabajando en temáticas vinculadas a la nanotecnología, aunque sin definirla bajo ese término, que empezaban a generar demandas incipientes de apoyo estatal al área. Ahora bien, como consecuencia de la crisis terminal de 2001, en Argentina los primeros pasos en materia de políticas de promoción de 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 inicial se pone en evidencia posteriormente 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.

Las reformulaciones y las sucesivas conceptualizaciones de la nanotecnología como área de vacancia, tecnología estratégica y, finalmente, como TPG fueron temas desarrollados en el capítulo 2. Así, mediante un recorrido cronológico por las políticas de promoción a la NyN, mostramos que la estrategia fue objeto de reformulaciones en su orientación, 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, no solo por la actividad de los grupos que ya trabajaban con nanotecnología, sino también por la recategorización y reorientación de investigadores formados en disciplinas como física, química y ciencia de los materiales, hacia temáticas agrupadas bajo la denominación común de “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 FAN en 2005 buscó desplazar el centro de gravedad hacia el mundo empresarial, relegando a un papel secundario a la comunidad científica, aunque al girar en torno a una alianza con una multinacional estadounidense no resulta claro de qué manera se verían beneficiadas las empresas argentinas a través de esa colaboración.

En un segundo momento, 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, cuya participación fue menor y no llegaron a generar demandas socio productivas hacia el sector de investigación. 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.

A partir de fines de 2007, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), las políticas de promoción de 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 FONARSEC, con el objetivo de vincular al sector de investigación con el productivo. Bajo nuestro punto de vista, se trató de la iniciativa más 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. 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).

Ahora bien, la evidencia empírica recopilada en el marco de esta investigación y 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.

En este sentido, 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. Según la consultora europea 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 mil millones de dólares por año en I+D en nanotecnología, mientras que la financiación total global gubernamental estimada en NyN fue de 65 mil millones de dólares para el mismo año.

Para Argentina, entre 2006 y 2010, se estima una inversión de 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011) y en esta tesis se llegó a contabilizar una inversión en NyN estimada de 80 millones de dólares hasta 2015. En Brasil se estiman alrededor

de 190 millones de dólares entre 2004 y 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.

Como contraste, en Estados Unidos, en 2012, el presupuesto estimado para la I+D en nanotecnología fue de 2100 millones de dólares. En total, desde su inicio en 2001 hasta 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 3 mil millones de dólares– y Alemania –alrededor de 1000 millones de dólares– (MINCyT, 2016b). Ahora bien, hacia 2018 la NNI recibió 1200 millones de dólares. 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 2002, 800 millones para 2003 y 2004 y 1000 millones dólares para 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 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 en 2002, 250 millones en 2003 y 290 millones en 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.[226]

[226] En el Apéndice se ofrecen datos acerca de la inversión global en NyN, datos sobre patentes y estimaciones del mercado mundial de nanotecnología, lo que muestra que a nivel global la nanotecnología está funcionando como se espera que funcione una TPG.

En cuanto a las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de las tecnologías, la evidencia empírica 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, así como de coordinación institucional acordes a las especificidades que el impulso de una nueva TPG supone. A falta de políticas integradoras, las instituciones públicas que, motivadas por los recursos de financiamiento, se involucraron en el desarrollo de NyN –por ejemplo, a través de la creación de grupos, centros o institutos– tendieron a retomar una lógica centrada en sus propias dinámicas institucionales. En este sentido, 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. Así, la variable discursiva por parte de los actores encargados de impulsar las políticas jugó un papel importante en la misma ejecución de las propias políticas. Es decir, las metas que se propuso la política de nanotecnología se basaron en la construcción discursiva de una representación hecha por los mismos actores, excluyendo la necesidad de elaborar documentos de diagnóstico 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, así como documentos de prospectiva o la realización de evaluaciones correspondientes.

En términos de Herrera (1995),[227] se puede decir que, mientras la política explícita indicaba que las inversiones en NyN debían enfocarse en aumentar la competitividad de la economía (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 –rasgo que se puede ver en la

[227] 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.

formación de recursos humanos y en la adquisición de equipamiento para los centros de investigación–, 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 –aspecto muy visible en los FONARSEC–, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción.

Además de la noción de TPG, otro concepto a nuestro juicio erróneo, que aparece en el plan *Argentina Innovadora 2020*, vinculado a la posibilidad de generar condiciones para el acceso a las tecnologías de frontera, es el de "ventanas de oportunidad". Así, en el plan se sostenía que "la nanotecnología es un área considerada como la de mayor potencialidad dentro del nuevo paradigma tecnológico", por lo que "ofrece una ventana de oportunidad para países en vías de desarrollo como la Argentina, en la medida en que los cambios en la estructura productiva mundial abren un espacio para los 'nuevos jugadores'" (MINCyT, 2012: 60). En otras palabras, estas supuestas ventanas de oportunidad se abrirían para los países semiperiféricos en los períodos de cambio de paradigmas tecnológicos a escala global. Sin embargo, la trayectoria de la nanotecnología en Argentina muestra que, entre las debilidades que invalidan esta hipótesis, se debe mencionar, además de la escala de financiamiento mínima en comparación con las economías centrales, las capacidades deficientes de gestión de la tecnología que se manifiestan en el 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.

El plan *Argentina Innovadora 2020* también sostiene que la nanotecnología "sobresale por el camino relativamente corto entre la innovación y la producción y por la posibilidad de patentamiento y disminución de la dependencia tecnológica" (MINCyT, 2012: 60). Sin embargo, esta afirmación toma como referencia los

ecosistemas de innovación de los países centrales,[228] en términos de Mazzucato, donde los montos de inversión tanto pública como privada, las capacidades organizacionales e institucionales y los niveles de coordinación no existen en Argentina. En cuanto a la generación de patentes, que fue un tópico relevante en el discurso de los actores que impulsaron la NyN, en la práctica las patentes en nanotecnología presentaron un número escaso. En los hechos, hacia 2007 Argentina contaba con 12 patentes de invención en NyN, registrando entre mayo de 2007 y marzo de 2009 aproximadamente 50 solicitudes de patentes relacionadas con NyN en el INPI. Sin embargo, respecto a la nacionalidad de los solicitantes, Estados Unidos concentró el 35% de las mismas, Argentina el 9% y el resto correspondió principalmente a países europeos.

En el capítulo 2 también abordamos las iniciativas más destacables en materia de cooperación científico-tecnológica en NyN, que fueron 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*. En este sentido, los centros binacionales entre Argentina y Brasil, México y Sudáfrica generaron impactos en la formación de recursos humanos, habiéndose propuesto la ejecución de proyectos y la creación de empresas binacionales. El centro más destacado en la literatura fue el que se formó entre Argentina y Brasil, actualmente discontinuado, cuyos resultados alcanzaron solamente la formación de recursos humanos. Por su parte, el centro entre Argentina y México llegó a la ejecución de algunos proyectos binacionales, durante el transcurso de los cuales se realizaron intercambios de recursos humanos, publicaciones científicas en coautoría, presentaciones a congresos, aprendizaje de técnicas, envíos de muestras, y formación de recursos humanos. En síntesis, pese a que estos centros se propusieron la creación de empresas binacionales, llegando a visualizar posibilidades de comercialización de los desarrollos generados en el

[228] "Ecosistema de innovación" es un concepto concebido para referirse a entornos institucionales, empresariales y regulatorios que se construyen para promover el desarrollo económico, haciendo más eficiente el desarrollo de proyectos de innovación entre empresas, universidades, emprendedores, inversionistas, gobierno y demás interesados.

marco de proyectos colaborativos, en la realidad generaron impactos a nivel científico, como se ve en la formación de recursos humanos y, en menor medida, la publicación de papers y presentaciones a congresos. Podemos decir entonces, que la cooperación científico-tecnológica en materia de NyN fue débil y no alcanzó la meta de generar impactos productivos.

Las reformulaciones en la caracterización de la nanotecnología y la dispersión de las metas de la política de nanotecnología también son visibles en los cambios en las prioridades de la FAN a lo largo de su trayectoria. El capítulo 3 se centró en la FAN, a través de la reconstrucción de su trayectoria y en la determinación de su espacio en el entorno nanotecnológico nacional. Separamos esta trayectoria institucional en tres etapas cronológicamente 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 un grupo de investigadores del Instituto Balseiro, que mantenían vínculos con la empresa norteamericana Lucent Technologies, lograron interesar a Lavagna y, en 2005, se creó la entidad bajo un decreto presidencial, buscando ubicar en el centro del escenario al sector productivo bajo el argumento del incremento de la competitividad. Aunque la iniciativa giraba alrededor de la vinculación con Lucent Technologies y consistía en la construcción de un laboratorio limpio en el CAB para caracterización y medición de los desarrollos que realizara la multinacional, excluyendo la fabricación y los desarrollos de Argentina. Luego que esta estrategia fuera abandonada por desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas, Lavagna renunció a su cargo de ministro y fue sucedido por Miceli. En este ministerio “no sabían qué hacer” con la FAN luego de la renuncia de Lavagna y, ante la dificultad de trazar un rumbo para la FAN, por recomendación de la coordinadora de la FAN, fue creado su Consejo Asesor, integrado por científicos. Luego del abandono del vínculo con Lucent, la FAN abrió un concurso para el financiamiento de iniciativas en nanotecnología con una fuerte orientación productiva, en sintonía con el objetivo de la FAN. 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 terminó siendo una contradicción. En simultáneo, la polémica generada en torno a la creación de la FAN congeló, en parte, su actividad inicial.

Otra cuestión relativa a las Ideas-Proyecto fue que esta convocatoria sostenía que la FAN financiaría proyectos en una "modalidad de capital de riesgo", término que volvería a aparecer en el discurso en el Nanomercosur que se llevó a cabo en el 2007. Sin embargo, hablar de "capital de riesgo" en Argentina, donde hay escasos indicios de su existencia, puede ser el producto de una extrapolación de rasgos tomados de las economías centrales. En países semiperiféricos, el inversor de capital de riesgo por excelencia es el Estado.

En la misma dirección, el vicepresidente de la FAN mencionaba que, luego de buscar un lugar institucional para la Fundación, este se pudo encontrar al concebir una estrategia 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". Al igual que con el capital de riesgo, hablar de "muchas *spin-off*" en Argentina supone la existencia de condiciones que no existen en la realidad local. Al igual que los conceptos de "TPGs", "ventanas de oportunidad", "aumento de la competitividad", "capital de riesgo", la noción de "muchas *spin-off*" se suma a la lista de conceptos

no aplicables en Argentina y que serían necesarios para componer un “ecosistema de innovación”. Por lo tanto, es posible ver que el discurso de los actores que impulsaron el desarrollo de la nanotecnología está atravesado por conceptos y nociones tomados sin mediación de las economías centrales que no se aplican en contexto de país semiperiférico. En todo caso, estas ideas y conceptos toman como punto de partida lo que debería ser el punto de llegada o uno de los objetivos de una política tecnológica de escala nacional.

A partir de 2007, la FAN entró en la etapa de reformulación de objetivos. El fracaso de la convocatoria de Ideas-Proyecto fue un elemento crucial para entender que las metas iniciales que se propuso la FAN eran inviables –al no haber una estrategia que fuera acorde al objetivo inicial–, 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 de la comunidad científica. Creado el MINCyT, algunos actores buscaron que la FAN pase al nuevo ministerio. Entonces, entre 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 al sector productivo. 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, aunque 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 –proceso que continuaba llevándose a cabo a mediados de 2019–, 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. La función de la FAN 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 nacionales quedó reducido al momento de cierre de esta investigación a la incubación de diez emprendimientos. En otras palabras, luego de casi quince años de trayectoria, la FAN logró impactar al nivel de lo que podríamos llamar casos testigos, como muestra el breve análisis de los diez emprendimientos incubados por el programa Nanofab y los 18 casos PRIS de la plataforma Nanopymes. En todos los casos, se trata de resultados incipientes y heterogéneos de donde no se pueden extraer balances o tendencias robustas.

Por otro lado, hablar de procesos de aprendizaje supone continuidad de políticas públicas y estabilidad de las instituciones. Sin embargo, no puede dejar de señalarse que al momento de cierre de esta tesis el MINCyT había sido degradado a Secretaría y el presupuesto aprobado para CyT para 2019 mostraba el tercer recorte drástico consecutivo en el presupuesto nacional anual de aproximadamente un 30% con respecto a 2016. 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 esta investigación se encuentran en proceso acelerado de transformación.

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 productiva, 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 inicialmente promovida como un área de vacancia –proceso que implica el desarrollo de 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 como país consumidor/comprador de la nanotecnología desarrollada en los países centrales.

En esta investigación, los Fondos Sectoriales ocuparon un lugar preponderante, dado que consideramos que fue el instrumento de política más novedoso en materia de ciencia y tecnología desde la creación de la ANPCyT en 1996, tanto por su diseño como por su magnitud en términos monetarios, característica que lo destacó de los instrumentos previos, como el PAV o el PAE. Además, este recurso posee componentes del tipo de política tecnológica definida como *mission oriented*, dada su focalización a objetivos específicos. Su objetivo general fue resolver el problema histórico de la desvinculación entre el sector científico y el sector productivo, a través de proyectos consorciados entre el sector de investigación y el productivo. En el capítulo 4 abordamos los nueve proyectos del Fondo Sectorial de Nanotecnología, describiendo en cada uno de los casos los objetivos propuestos, su implementación y sus resultados. Decidimos estudiar los nueve casos porque consideramos que, de esta forma, podríamos llegar a visualizar y detectar más claramente el tipo de dificultades y debilidades específicas que atravesaron los FONARSEC, que

caracterizamos en términos de North como costos de transacción, tales como las demoras en la adquisición de equipamiento, la obtención de los permisos para realizar las compras bajo el proceso de licitación correspondiente y las demoras en el desembolso del dinero para dar inicio a los proyectos, la pérdida del poder de compra de los CAPPs como consecuencia de los procesos de devaluación de la moneda nacional y la falta de una unidad capacitada y estable dedicada a la administración en la ANPCyT. A su vez, el análisis de los nueve casos puso de manifiesto que ni siquiera las iniciativas “más exitosas”, seleccionadas como tales por los bancos y por MINCyT/ANPCyT, lograron generar el impacto social esperado como retorno de la inversión pública, ni tampoco impactaron en la competitividad industrial de la producción nacional, objetivos que se proponían lograr impulsando la nanotecnología.

También buscamos extraer sus fortalezas y los efectos multiplicadores que generaron los proyectos, tales como la conformación de plataformas tecnológicas; la apertura de nuevas líneas de investigación; la formación de recursos humanos especializados; la realización de congresos, la producción de tesis doctorales y la publicación de artículos científicos; la adquisición de equipamiento científico-tecnológico e industrial para las instituciones públicas y, en algunos casos, privadas; el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre investigadores con diferentes formaciones profesionales y, en algunos casos, investigadores y empresarios; el patentamiento de algunos desarrollos en el marco de los proyectos; el diseño y la instalación de plantas pilotos de producción industrial; el desarrollo de prototipos de productos; y la creación de una empresa –Chemtest– de base tecnológica de capital nacional.

El capítulo 5 se dedicó al análisis de este instrumento de política, donde caracterizamos a los Fondos Sectoriales como el primer paso hacia la creación de un bolsón de eficiencia, pese a las dificultades operativas y de gestión en el que estuvo inserto. 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. Aunque, en

general, existió una escasa participación empresarial en el proceso de desarrollo de los prototipos de los productos, siendo el actor beneficiario principal del instrumento los grupos de investigación pertenecientes a instituciones públicas de ciencia y tecnología –que en la mayoría de los casos impulsaron la conformación de los CAPPs–, la etapa de comercialización quedaba explícitamente excluida del financiamiento del FONARSEC, por lo 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.

Volviendo al concepto de TPG, según el cual se caracterizó a la nanotecnología desde las políticas, según la literatura sobre el surgimiento y desarrollo de las TPGs, es responsabilidad del Estado financiar el desarrollo de nuevas tecnologías y la consecuente creación de nuevos mercados, acompañando todo el proceso con inversión paciente, a riesgo y de largo plazo, que es capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales, como lo son las TPGs, incluyendo la etapa de comercialización. En las políticas tecnológicas de los países centrales el financiamiento en la etapa de comercialización es vital. En el caso argentino, la retirada del Estado en las etapas de escalado industrial de los prototipos desarrollados y en la comercialización constituye un punto más que evidencia que la nanotecnología en el caso argentino no fue tomada como una TPG. En este sentido, 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 eslabones de la actividad económica y, por lo tanto, es clave resolver las fallas de coordinación y articulación entre políticas públicas. Así, resulta imprescindible coordinar los múltiples instrumentos promocionales que ofrecen los distintos ministerios con los de la ANPCyT.

En cuanto al escaso involucramiento empresarial, esto se explica, en parte, a que la definición de líneas prioritarias se basó en criterios científicos y no en base al reconocimiento de las características del sector productivo. En la mayoría de los casos, fueron los grupos científicos los que traccionaron la conformación de los

CAPPs y las empresas fueron invitadas a participar. Pero otro factor que dificultó el desarrollo de los proyectos fue la falta de empresas que estuvieran trabajando con nanotecnología o estuvieran interesadas en hacerlo al momento de la convocatoria. En este punto se pone en evidencia un rasgo que define a las economías semiperiféricas, 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 mayormente por sectores de baja intensidad tecnológica –que, por lo general, no generan demandas tecnológicas– y una escasa inversión en I+D del empresariado argentino.

Considerando los aportes empíricos de la tesis, como ya señalamos, los Fondos Sectoriales produjeron impactos a nivel de casos testigos. En esta dirección, podemos sostener que los Fondos Sectoriales obtuvieron resultados en aquellos casos en los que hubo un involucramiento empresarial y donde las empresas lideraron los proyectos, definiendo sus objetivos en base a sus necesidades productivas. En otras palabras, los proyectos que reunieron mayor cantidad de características *mission oriented* y en los que hubo un mayor involucramiento empresarial fueron los que mejores resultados obtuvieron. Entre estos, se encuentran el proyecto titulado “Plataforma tecnológica para el desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos”, donde la empresa farmacéutica entrerriana Eriochem lideró el consorcio, habiendo tomado la iniciativa para conformarlo, apuntando desde el inicio 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. Eriochem hizo uso del FONARSEC orientándolo a sus necesidades productivas y comerciales. Otro proyecto en el cual la participación de una empresa fue fundamental es el NanoAR, en el que la empresa marplatense Gihon, junto con el Grupo de Materiales Compuestos de Matriz Polimérica (CoMP) de la UNMdP, contribuyó a que el proyecto llegara a buen término, desarrollando el prototipo de los tubos plásticos para la conducción de petróleo, objetivo que estuvo orientado a una demanda productiva de YPF. En el proyecto Nanopoc hubo escasa participación empresarial, aunque en su desarrollo el IIB generó una relación de

trabajo con la empresa Biochemiq, lo que dio lugar a la creación de una empresa de base tecnológica, Chemtest. Otro caso que da cuenta de una experiencia de aprendizaje es el proyecto “Clúster Nanotecnológico: Diseño, caracterización y obtención de nanomateriales y superficies funcionales”, donde un desarrollo nanotecnológico, que inicialmente estuvo desconectado del sector productivo, 15 años más tarde logró insertarse a un nicho concreto de demanda, atendiendo una necesidad social determinada, configurando un proceso de aprendizaje y escalamiento tecnológico. No obstante, en términos estructurales, la matriz productiva no se modificó pese a la mayor inversión pública en apoyo de la innovación consorciada entre el sector de investigación y el productivo.

Dado que la hipótesis de estos dos capítulos suponía que, si bien los Fondos Sectoriales representaron una concepción novedosa en materia de política científico-tecnológica, no permitieron 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. Como caso testigo, los FS deberían permitir la generación de instrumentos superadores basados en esta experiencia. De esta forma, para superar las debilidades detectadas, como una débil estructura burocrática-institucional para acompañar proyectos de este tipo y una escasa coordinación del MINCyT y la ANPCyT con otras esferas del ámbito público y privado, resulta imprescindible contar con lo que hemos caracterizado, siguiendo a otros autores, como un Estado Burocrático Desarrollista que, con una estructura centralizada en cuanto a los procesos de toma de decisiones, la implementación y la evaluación, sea capaz de diseñar políticas tecnológicas que impulsen la generación de procesos de aprendizaje, acumulación y acortamiento la brecha en mercados de productos particulares. 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, y del ámbito privado, como cámaras sectoriales, federaciones empresarias, y uniones industriales y comerciales del país y la región.

Un interrogante que atravesó esta tesis fue determinar cuáles fueron los efectos multiplicadores de las políticas que promovieron la nanotecnología a partir de 2003 o, en otras palabras, qué aporte produjo la nanotecnología al cambio tecnológico. En este sentido, los aportes de la tesis nos permiten afirmar que tanto la FAN como los Fondos Sectoriales produjeron impactos a nivel de casos testigo y generaron un enraizamiento "intermedio", en términos de Evans. Mientras que la autonomía enraizada refiere a un Estado con un grado relativo de autonomía entre el conjunto de agencias que intervienen en la implementación una política y cierto grado de enraizamiento con grupos sociales con los cuales se comparte un proyecto de transformación, no siempre se dan estos casos de tipo ideal. Para los casos "intermedios", donde se observan desviaciones respecto del tipo ideal, Evans habla de la presencia de "bolsones de eficiencia" dentro del Estado, los cuales, si bien no son suficientes "como semillas para una renovación más general del aparato de estado, ellos han proporcionado sin embargo las bases para un número de proyectos exitosos de transformación sectorial" (Evans, 1995: 64-65). Así, es posible observar que la FAN generó conexiones con una gran cantidad de empresas vinculadas a la nanotecnología en el país, aunque no llegó a generar beneficios en el desempaño económico de todas ellas. Lo mismo sucedió en los Fondos Sectoriales, donde los proyectos con mayor impacto fueron aquellos en los que hubo una mejor interacción entre el sector de investigación y el sector productivo, generando cierto grado de enraizamiento. En este punto es donde se vuelve más dramática la discontinuidad de las políticas y el desfinanciamiento en curso. Mientras que lo recomendable sería el lanzamiento de Fondos Sectoriales de "segunda generación", que capitalizaran los aprendizajes señalados e, incluso, lograran ampliar la base de impacto, en los hechos se encuentra paralizado el FONARSEC.

Otro de los interrogantes que atravesó esta investigación fue determinar cuáles fueron los impactos de la nanotecnología sobre la estructura productiva nacional. En este sentido, el capítulo 6 ofrece un panorama actualizado de las empresas argentinas vinculadas a la nanotecnología, aunque no exhaustivo. Entonces, en total contabilizamos 53 empresas, de las cuales 28 cuentan con aplicaciones

propias en el mercado y 25 sólo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología o todavía no comercializan sus desarrollos. La mayoría (31) son empresas creadas a partir de 2003, momento en que el gobierno argentino empezó a implementar políticas para promover el área, siendo las restantes 22 creadas antes del boom nanotecnológico. Este dato permite observar que 22 empresas generaron procesos de diversificación tecnológica coherente con su base de conocimiento y actividades previas, mientras que muchas de las 31 empresas "nuevas" aprovecharon el boom de la nanotecnología para orientar sus actividades productivas. En general, podemos decir que la nanotecnología presenta fuertes posibilidades de complementariedad con las actividades productivas existentes. En este sentido, las firmas con conocimientos, aprendizajes y redes desarrolladas poseen intereses en invertir en el desarrollo de la nanotecnología, integrándola a sus líneas productivas. Por otra parte, muchas nuevas empresas surgieron enfocadas en su totalidad en las ventajas que ofrece la nanotecnología a las diversas ramas industriales.

En cuanto a sus vinculaciones, 41 empresas mantienen o mantuvieron vinculaciones con el sistema científico, lo que representa alrededor de un 77%, aunque se debe considerar que 22 empresas se originaron como *start-ups*. En relación al perfil de especialización de sus productos, la mayor cantidad de empresas desarrollan aplicaciones para la industria farmacéutica y la salud humana (11). En segundo lugar, se encuentran las empresas que desarrollan productos para la agroindustria y alimentos (6) e instrumentos y equipos (6). En tercer lugar, se ubican las empresas que están trabajando en actividades y productos relacionados con la industria química, incluyendo principalmente tratamientos superficiales y productos de limpieza (5) y aquellas que pertenecen a la industria Biomédica (5). El resto de las aplicaciones son: Industria del plástico y envases (4), Industria metalúrgica y siderúrgica (2), Energía y Minería (4), Industria cosmética (4), Medioambiente (2), Industria aeroespacial (2), Industria textil (2), Industria electrónica (3) y otras (1). La clasificación de las empresas según sus aplicaciones nanotecnológicas muestra que la participación dominante proviene de emprendedores del sector nuclear y espacial, del INTI, de la biotecnología y la agroindustria, a través de la colaboración con institutos de CONICET y algunas

universidades públicas. En este punto es importante recordar que tanto las ciencias biomédicas, el sector nuclear, la agroindustria y, en menor medida, el espacial, son los sectores en donde la Argentina muestra los senderos de desarrollos tecnológicos más desarrollados, con expansión y diversificación y, en menor medida, con exportaciones de alto valor agregado. Teniendo en cuenta la información que aporta el capítulo, no se puede hablar de impacto apreciable en el sector productivo a fines de 2015, momento en que el cambio de gobierno supuso el retorno a un contexto macroeconómico de desindustrialización y apoyo a las actividades primarias y financieras.

En cuanto a los desafíos y obstáculos que enfrentan las empresas nacionales se encuentran los problemas en lo que respecta a la vinculación entre el sector productivo y los investigadores, que incluye principalmente problemas de lenguaje para abordar problemáticas en conjunto y dificultades de las empresas para expresar sus necesidades o demandas socio productivas a los investigadores. Otros desafíos son la falta de financiamiento productivo, en particular, para el escalado de prototipos y para las pruebas de concepto de productos y la carencia de capital de riesgo. Asimismo, la difusión es otro desafío para la promoción del área, ya sea por las posibles aplicaciones de la nanotecnología en un proceso industrial, así como también para los clientes o consumidores. Este obstáculo se relaciona con otro, el desarrollo de mercados, dado que algunos empresarios se lamentan de la escasa demanda de los consumidores de productos que indiquen que utilizan nanotecnología.

En la tesis hemos intentado argumentar teórica y empíricamente que utilizar el concepto de TPG para el diseño de las políticas es erróneo en contexto semiperiférico. Como corolario, las políticas de NyN tampoco fueron gestionadas como una TPG en la práctica. De hecho, aun si se hubieran puesto en juego capacidades más sofisticadas para el diseño de políticas para la NyN, las condiciones que impone el sistema económico mundial y la estructura productiva semiperiférica de la Argentina excluyen del horizonte de posibilidades que la NyN pueda ser asimilada por la estructura productiva local en el corto o mediano plazo

para producir los efectos que una TPG produce en una economía central. En este sentido, 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 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).

Al retomar los interrogantes iniciales de la tesis acerca de las capacidades de las que dispone un país semiperiférico para impulsar el desarrollo de la nanotecnología como una TPG, podemos decir que partir de una matriz productiva agroexportadora con algunas capacidades industriales de baja y media intensidad tecnológica –perfil de una economía semiperiférica– y proponerse la incorporación de NyN –es decir, la creación de entornos industriales de alta intensidad tecnológica– supone capacidades estatales sofisticadas para concebir e impulsar una trayectoria evolutiva de escalamiento selectivo en la jerarquía de habilidades y competencias tecnológicas, organizacionales, institucionales y políticas. En esta dirección, una debilidad de los Fondos Sectoriales es que fueron orientados en base a criterios científicos y sobre eso buscaron integrar empresas en proyectos consorciados. Como resultado, las empresas se involucraron poco y tuvieron una participación menor, poniendo en evidencia que las tecnologías de frontera deberían ser un punto de llegada en los procesos de escalamiento tecnológico que toman como punto de partida el "estado tecnológico" o la "intensidad tecnológica" del sector productivo o del subsector que está en el foco de las políticas, lo que puede ayudar a determinar

su potencialidad de aprendizaje y asimilación de nuevos procesos, para lo que hacen falta diagnósticos sectoriales.

En contraste, la política tecnológica que impulsó primero 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 mayormente en ciencia básica y en algunos programas de ciencias aplicadas.

Así, la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina y sus magros resultados en términos de las expectativas explícitamente expresadas por las políticas para el área 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

Aadee (2017). Institucional. Disponible en: http://www.aadee.com/institucional.php. (Consultado el 27/07/2017).

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* (pp. 13-26). Santiago: CEPAL.

Acsur (2018) Historia. Disponible en: http://www.acsur.com.ar/Historia. (Consultado el 27/07/2018).

ADIMRA (2017). Institucional. Disponible en: http://www.adimra.org.ar/institucional.do?id=2. (Consultado el 27/07/2017).

Adox (2018). Disponible en: http://adox.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

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).

Affronti, Sergio (2014). Los proyectos de Y-TEC, potenciados por el CONICET. Disponible en: https://y-tec.com.ar/Documents/YTEC_Desafio_3.pdf. (Consultado el 16/02/2018)

Agropharma Salud Animal (2017). Acerca de nosotros. Disponible en: http://agropharma.net/acerca-de-nosotros/. (Consultado el 27/07/2017).

Agrositio (2014). Empresa Argentina aplica Nanotecnología en Fitosanitarios, 3 de diciembre. Disponible en: https://www.agrositio.com.ar/noticia/162356-empresa-argentina-aplica-nanotecnologia-en-fitosanitarios. (Consultado el 7/7/2019).

Aguiar, D. y Aristimuño, F. (2018). Políticas e instituciones de ciencia y tecnología en la Argentina de los noventa. Un abordaje desde las culturas políticas y las redes de asuntos internacionales. 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/1226. (Consultado el 4/07/2018).

Akpan, P., Egeonu, C. y Okoye, O. (2016). A global assessment of nanotechnology activities part 2: A look at patents, 2nd African International conference/Workshop on Application of Nanotechnology for Energy, Environment and Health: African Scenario.

Aristimuño, F., Aguiar, D. y Magrini, N. (2018). Organismos internacionales de crédito y construcción de la agenda de las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación. El caso del BID en la Argentina durante los noventa. 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/1229. (Consultado el 4/07/2018).

Aithal, P. S. y Aithal, S. (2018). Study of Various General-Purpose Technologies and Their Comparison Towards Developing Sustainable Society, *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences* (IJMTS), 16-33.

Albano Cozzuol (2018). Quienes somos. Disponible en: http://www.acozzuol.com.ar/quienes_somos.php. (Consultado el 16/02/2018).

Albornoz, M. (1997). La política científico-tecnológica. Aproximaciones a los problemas de políticas y gestión en ciencia y tecnología. Programa de Asistencia en Ciencia y Tecnología. INAP. Bs. As.

Alloys (2017). La Empresa: Reseña Histórica. Disponible en: http://www.alloys-srl.com.ar/resena_historica.php. (Consultado el 27/07/2017).

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).

Álvarez, V., Hoppe, C., Montemartini, P., Rodriguez, E. (2012). Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales.

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

Andahazi, L. (2015). Nanotecnología en las pymes. Disponible en: http://noticias.unsam.edu.ar/wp-content/uploads/2015/12/lupi-pdf-uelm.pdf. (Consultado el 27/07/2018).

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* (pp. 27-39), Berlin, Karl Dietz Verlag Berlin.

ANPCyT (s/f): ANR BIO-NANO-TIC 2012, Conv. II. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/convocatoria/anr-bio-nano-tic-2012-conv-ii-7958. (Consultado el 4/07/2018).

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).

Arocena, R. y Sutz, J. (2000). Looking at National Systems of Innovation from the South, *Industry and Innovation*, 7(1): 55-75.

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

ArsUltra (2019). Disponible en: http://www.arsultra.com/#. (Consultado el 7/7/2019)

Aydogan-Duda N. (2012). Nanotechnology in Brazil. En *Making It to the Forefront*. New York: Springer, 63-67.

Babones, S. (2005). The Country-Level Income Structure of the World-Economy. *Journal of World-Systems Research.* 11(1): 29-55.

Bacon (2019). Disponible en: http://www.bacon.com.ar/. (Consultado el 7/7/2019)

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* (pp. 7-29). Wiley VCH Verlag.

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.

Baker, S. y Aston, A. (2005). The Business of Nanotech, *Business Week*. 14 de febrero.

Bankinter (2006). *Nanotecnología. La Revolución Industrial del Siglo XXI*, Informe No. 5.

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).

Bar, N. (2014a). Nanotecnología: sin milagros, pero cerca de la vida cotidiana, *La Nación*, 11 de marzo. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/sociedad/nanotecnologia-sin-milagros-pero-cerca-de-la-vida-cotidiana-nid1671070. (Consultado el 7/7/2019).

Bar, N. (2014b). Nanosatélites: una empresa local hace punta en el espacio, *La Nación*, 20 de junio. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/sociedad/nanosatelites-una-empresa-local-hace-punta-en-el-espacio-nid1703018?utm_source=n_tis_nota1&utm_medium=titularS&utm_campaign=NLSoc. (Consultado el 7/7/2019).

Barbosa, T. C. (2017). Política de inovação em nanotecnologia no Brasil: trajetórias e empresas beneficiadas, Universidade Federal Do Paraná, Curitiba.

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.

Bayer (s/f). Securely wrapped. Nanoparticles make Durethan® films airtight and glossy. Disponible en: http://www.research.bayer.com/edition_15/15_polyamides.pdfx. (Consultado el 7/5/2017).

BBC Research (2011). Nanobiotechnology: Applications and Global Markets. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanobiotechnology-market-nan050a.html. (Consultado el 8/7/2019).

BBC Research (2012). Global Nanotechnology Market To Reach $48.9 Billion In 2017. Disponible en: https://www.bccresearch.com/pressroom/nan/global-nanotechnology-market-reach-$48.9-billion-2017. (Consultado el 8/7/2019).

BBC Research (2013). Nanotechnology in Energy Applications. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanotechnology-energy-applications-nan044b.html. (Consultado el 8/7/2015).

BBC Research (2016). The Maturing Nanotechnology Market: Products and Applications. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanotechnology-market-products-applications-report-nan031g.html. (Consultado el 8/7/2019).

BBC Research (2017). Nanotechnology in Medical Applications: The Global Market. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/healthcare/nanotechnology-medical-applications-market-hlc069d.html. (Consultado el 8/7/2019).

BBC Research (2018a). Nanodevices and Nanomachines: The Global Market. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/nanotechnology/nanodevices-and-nanomachines-market-report-nan062a.html. (Consultado el 8/7/2019).

BBC Research (2018b). MEMS: Biosensors and Nanosensors Market. Disponible en: https://www.bccresearch.com/market-research/instrumentation-and-sensors/mems-biosensors-and-nanosensors-market-ias027e.html. (Consultado el 8/7/2019).

Berger, M. (2016). Nanotecnologías y Ciencias Sociales. Una aproximación a redes de prácticas y conceptos en Brasil y Argentina, *Tomo*; Sergipe, (29): 13-34.

Bertello, F. (2017). Ganadores y perdedores del mercado de agroquímicos, La Nación, 26 de junio. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/ganadores-y-perdedores-del-mercado-de-agroquimicos-nid2036946. (Consultado el 7/7/2019).

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).

Biochemiq (2018). Disponible en: http://www.biochemiq.com/. (Consultado el 27/07/2018).

Biolab (2019). Disponible en: https://www.biolabfarma.com.br/pt/. (Consultado el 8//2019)

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, En *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): 143-153.

Brahic, C. y Dickson, D. (2005). Helping the poor: the real challenge of nanotech, *SciDev.Net*. Disponible en: http://www.scidev.net/global/technology/editorials/helping-the-poor-the-real-challenge-of-nanotech.html. (Consultado el 25/10/2015).

Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995 [1992]). General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'?, *Journal of Econometrics*. 65(1): 83-108.

Buainain, A. M., Corder, S. y Pacheco, C. A. (2014). Brasil: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y el desarrollo tecnológico. Rivas, S. y Rovira, S. (eds.): Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina (pp. 85-129), Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Buenos Negocios (2017). Eriochem, desde Paraná a todo el mundo, 28 de junio de 2017. Disponible en: http://www.buenosnegocios.com/notas/3122-eriochem-parana-todo-el-mundo. (Consultado el 16/02/2018)

Cagliani, M (2013). Qué es la nanotecnología y cómo puede utilizarse, *Infotechnology*, 31 de Julio. Disponible en: https://www.infotechnology.com/revista/Que-es-la-nanotecnologia-y-como-puede-utilizarse-20130731-0001.html. (Consultado el 27/07/2018).

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 Secretaria 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.

Carrizo, E (2019). Las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación en contexto semiperiférico: el caso argentino en el período 2007-2017. Tesis de doctorado, 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*.

Castañeda Naranjo, L. A. y Palacios Neri, J. (2014). Nanotecnología: fuente de nuevos paradigmas, *Mundo Nano*, 7(12).

Castello, A. y Kloster, M. (2015). *Industrialización del litio y agregado de valor local*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CIECTI.

Castiglioni, Pes y Cia (2017). Empresa. Disponible en: http://www.bentonita-dellago.com.ar/. (Consultado el 27/07/2017).

Catalano, A. (s/f): Nanotecnología for export, *El Cronista*. Disponible en: https://www.cronista.com/itbusiness/Nanotecnologia-for-export-20150623-0002.html. (Consultado el 27/07/2018).

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

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

Ceprofarm (2018). Disponible en: http://ceprofarm.com/. (Consultado el 27/07/2018).

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, working paper n° 9, *Institute for Research on World Systems*, Universidad de California. Disponible en: http://irows.ucr.edu/papers/irows9/irows9.htm. (Consultado el 6/7/2019).

Chemisa (2018). Nuestra empresa. Disponible en: http://www.chemisa.com.ar/nuestra_empresa.htm. (Consultado el 27/07/2018).

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

Chen, H., Roco, M. C., Son, J., Jiang, S., Larson, C. y Gao, Q. (2013). Global nanotechnology development from 1991 to 2012: patents, scientific publications, and effect of NSF funding, *Journal of Nanoparticle Research.*

Científica (2007). The Nanotechnology Opportunity Report. 3rd Edition.

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

Científica (2012). Nanotech: the tiny revolution, Julio 2012.

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 6/7/2019).

Cision (2018). Global Nanotechnology Market 2018-2024: Market is Expected to Exceed US$ 125 Billion, 2 de mayo. Disponible en: https://www.prnewswire.com/news-releases/global-nanotechnology-market-2018-2024-market-is-expected-to-exceed-us-125-billion-300641054.html. (Consultado el 8/7/2019)

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).

Clarín (2011). El grupo alemán Lanxess compra una química local, 13 de enero de 2011. Disponible en: https://www.clarin.com/politica/aleman-Lanxess-compra-quimica-local_0_rytXy0vpw7x.html. (Consultado el 16/02/2018)

Codner, D. (2011). Alcance, resultados e impactos del FONCYT entre 2006 y 2010. En Porta, F. y Lugones, G. *Investigación científica e investigación tecnológica en Argentina: Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica*. (pp.129-176). Bernal, Buenos Aires, Argentina: Editorial UNQ.

COMCYT (2004). Report of the Workshop: Scientific and Technological Development in the Americas. COMCYT (Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología – OAS).

CONICET (2013a). Desarrollo del CONICET con nanotecnología contra la pediculosis, 26 de julio. Disponible en: https://www.conicet.gov.ar/desarrollo-del-conicet-con-nanotecnologia-contra-la-pediculosis/. (Consultado el 7/7/2019)

CONICET (2013b). Salvarezza firmó en Sunchales un convenio asociativo sobre NanoDetección, 20 de diciembre. Disponible en: https://www.conicet.gov.ar/salvarezza-firmo-en-sunchales-un-convenio-asociativo-sobre-nanodeteccion/. (Consultado el 7/7/2019)

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* (pp. 227-256). Cambridge: Cambridge University Press.

CT Electromecánica (2017). Disponible en: http://www.ctarg.com.ar/index_es.htm. (Consultado el 27/07/2017).

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* (pp. 35-78). Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Delgado Ramos, G. C. (2004). Promesas y peligros de la nanotecnología. *Nómadas*, 9.

Delgado Ramos, G. C. (2006). Sociología política y geoeconomía de la nanotecnología: el caso de Europa, *Realidad Económica,* (224): 84-102.

Delgado Ramos, G. C (2007a). 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.

Delgado Ramos, G. C (2007b). El green-hype nanotecnológico y la desmaterialización de la economía, *El Cotidiano*, 22(142): 92-97.

Delgado Ramos, G. C (2007c). El paradigma económico de la nanotecnología, *Comercio Exterior*, 57(7): 546-561.

Delgado Ramos, G. C. y León Magaña, E. (2012). Diálogo para el avance científico y tecnológico a la nanoescala, *MundoNano*, 5(1): 82-102.

Dhacam (2019). Disponible en: https://dhacam.com.ar/index.php. (Consultado el 7/7/2019)

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* (pp. 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).

Ebers (2019). Disponible en: https://www.ebers.com.ar/. (Consultado el 27/05/2019).

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

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

Echeverría, J. (2009). Interdisciplinariedad y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno, *Revista Sociologias*, 22: 22-53.

Echeverría, M. J. (2013). Pequeños proyectos, grandes empresas, *U238*, 30 de julio de 2013. Disponible en: http://u-238.com.ar/pequenos-proyectos-grandes-empresas/. (Consultado el 16/02/2018).

Echeverría, M. J. (2014). La primera planta de micro y nanotecnología de la Argentina, *U238*, 19 de junio. Disponible en: http://u-238.com.ar/la-primera-planta-de-micro-ynanotecnologia-de-la-argentina/. (Consultado el 7/7/2019)

Ecosol (2019). Disponible en: https://www.ecosol.com.ar/. (Consultado el 7/7/2019)

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 (2008a). La nanotecnología busca su lugar en el mercado, 29 de abril. Disponible en: http://www.fundacionprotejer.com/noticias/nanotecnologia_busca_su_lugar_mercado.htm. (Consultado el 20/05/2015).

El Cronista (2008b). 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 Cronista (2009a). Grandes negocios en envase chico, 27 de agosto. Disponible en: https://www.cronista.com/impresageneral/Grandes-negocios-en-envase-chico-20090827-0001.html. (Consultado el 7/7/2019)

El Cronista (2013). Nanotecnología, la oportunidad de una nueva revolución industrial, 8 de agosto. Disponible en: https://www.cronista.com/pyme/Nanotecnologia-la-oportunidad-de-una-nueva-revolucion-industrial-20130808-0020.html. (Consultado el 7/7/2019).

El Economista (2014). Nanotecnología: Una llamativa oportunidad de inversión, 7 de febrero. Disponible en: https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Nanotecnologia-Una-llamativa-oportunidad-de-inversion-20140207-0046.html. (Consultado el 8/7/2019)

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).

Electroquímica DEM (2018). Quienes somos. Disponible en: http://www.electroquimicadem.com.ar/quienes_somos.htm. (Consultado el 16/02/2018).

Electropart Córdoba (2017). La Empresa. Disponible en: http://www.electropart.com.ar/02-e-empresa.html. (Consultado el 16/02/2017).

Emiliozzi, S., Lemarchand, G. y Gordon, A. (2009). *Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe*. Working Paper 9. Banco Interamericano de Desarrollo.

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).

Enorza (2019). Disponible en: https://www.enorza.com.ar/ (Consultado el 7/7/2019)

Eriochem (2017). Disponible en: http://www.eriochem.com.ar/es/index.php. (Consultado el 27/07/2017).

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* (pp. 191-245). Washington, DC: National Academy Press.

Essen (2017). *Quienes somos*. Disponible en: https://www.essen.com.ar/nosotros/. (Consultado el 27/07/2017).

Esteban, P. (2016). Una nueva Carrera. *Página 12*. Disponible en: https://www.pagina12.com.ar/7360-una-nueva-carrera. (Consultado el 8/06/2018).

ETC (2003). *La inmensidad de lo mínimo*. Etc Group.

Evans, P. (1979). *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. Nueva Jersey, Princeton University Press.

Evans, P. (1985). *Bringing the State Back In*. Cambridge: Cambridge University Press.

Evans, P. (1995). *Embedded Autonomy*. States & Industrial Transformation, Princeton: 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.

Fabriquímica (2019). Disponible en: http://www.fabriquimica.com/. (Consultado el 7/7/2019)

Fainstein, A. (2006). Definir nuestra política, *Página/12*, 18 de marzo. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar/imprimir/diario/sociedad/subnotas/3-21238-2006-03-18.html. (Consultado el 8/05/2015).

FAN (2010). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Primera edición.

FAN (2012). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Segunda edición.

FAN (2019a). Tablas de snowboard reciclables. Disponible en: https://www.fan.org.ar/portfolios/tablas-de-snowboard-reciclables/?pnt=759. (Consultado el 7/7/2019)

FAN (2019b). Cascos de polo con nanotecnología. Disponible en: https://www.fan.org.ar/portfolios/cascos-de-polo-con-nanotecnologia/. (Consultado el 7/7/2019)

FAN (2019c). Textiles inteligentes para trajes de bomberos. Disponible en: https://www.fan.org.ar/portfolios/textiles-inteligentes-para-trajes-de-bomberos/. (Consultado el 7/7/2019)

FAN (2019d). MUTECH Microsystems, litografía para microfabricación. Disponible en: https://www.fan.org.ar/portfolios/mutech-microsystems-litografia-para-microfabricacion/. (Consultado el 7/7/2019)

Fazio, M. E. (2014). Narratividad en la comunicación pública sobre Nanociencias y Nanotecnologías en diarios de España y Argentina, Tesis de doctorado, Universidad de Oviedo, España.

Ferrari, A. (2005a). La batalla naval de los científicos argentinos, *Página 12*, 25 de septiembre. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-56973-2005-09-25.html. (Consultado el 10/05/2015).

Ferrari, A. (2005b). Comité de Ética para la ciencia argentina pagada por la US Navy, *Página12*, 29 de septiembre. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-57141.html. (Consultado el 10/05/2015).

Ferrari, A. (2005c). Dime quién te financia..., *Página 12*, 2 de noviembre. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-58709-2005-11-02.html. (Consultado el 10/05/2015).

Ferrari, A. (2006). Las olas que produce la Armada norteamericana, *Página 12*, 18 de marzo. Disponible en: http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-64440-2006-03-18.html. (Consultado el 10/05/2015).

Ferreira, J. y Leite, R. M. (2009). Biossociabilidade e biopolítica: reconfigurações e controvérsias em torno dos híbridos nanotecnológicos". *Redes*, 15(29): 177-196.

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

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. (2005). Nanotecnología en Argentina, corriendo tras la liebre, *Euroresidentes*.

Foladori, G. (2006). La influencia militar estadounidense en la investigación de las nanotecnologías en América Latina, *Rebelión*, 8 de noviembre.

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. 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. e Invernizzi, N. (2005). Nanotecnología: ¿Beneficios para todos o mayor desigualdad?. *Redes*. 11(21): 55-75.

Foladori, G. e Invernizzi, N. (2009). Las nanotecnologías en la crisis mundial, *Polis*. Disponible en: http://polis.revues.org/1776. (Consultado el 8/07/2019)

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. 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., 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., Záyago Lau, E., Carroza, T., Appelbaum, R., Villa, L. y Robles Belmont, E. (2017c). Sectorial analysis of nanotechnology companies in Argentina, *Journal of Nanoparticle Research*, 19: 186.

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

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): 115-140.

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).

Fundación Pro Tejer (2017). Institucional. Disponible en: http://www.fundacionprotejer.com/fundacion.html. (Consultado el 4/07/2017).

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 Hom, A. (2012). Aprendiendo del futuro: Gobernando la nanotecnología. *Revista Iberoamericana de CTS,* 7(20): 261-272.

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* (pp. 13-32). México: Porrúa.

Gihon Laboratorios Químicos (2018). Institucional. Disponible en: http://www.gihonlab.com/empresa/institucional/institucional/. (Consultado el 4/07/2018).

Graham S. y Iacopetta M. (2014). Nanotechnology and the emergence of a general purpose technology. *Annals of Economics and Statistics*. 115/116: 5-35.

Graphenemex (2019). Disponible en: http://graphenemex.com/. (Consultado el 8/7/2019)

Grosse, Robert (1996). International Technology Transfer in Services. *Journal of International Business Studies.*

Grupo Kuo (2019). Disponible en: http://www.kuo.com.mx/. (Consultado el 8/7/2019)

Guilford (2017). Disponible en: http://www.guilford.com.ar/. (Consultado el 4/07/2017).

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* (pp.33-58), Baltimore, The Johns Hopkins University Press.

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

Hellsten. E. (2007). The European nanotechnology strategy: environmental and health aspects. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*.

Harper, T. (2015). 2015: The Year of the Trillion Dollar Nanotechnology Market?, 2 de enero. Disponible en: https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3946. (Consultado el 8/7/2019)

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

Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Colección PLACTED. 1ra Edición. Bs. As.

Herrera, A. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explicita y política científica implícita, Dossier – Homenaje a Amílcar Herrera. *Redes*, 5: 117-131.

Herrera, C. (2016). Pequeñas grandes innovadoras, *El Cronista*, 28 de enero. Disponible en: https://www.cronista.com/pyme/Pequenas-grandes-innovadoras-20160128-0003.html. (Consultado el 27/07/2018).

Hesto P. y Lourtioz J.M. (2016). Research in nanoscience and nanotechnology: the French research system. In Nanosciences and Nanotechnology. Switzerland: *Springer International Publishing*, 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* (pp. 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.

Hullmann. A. (2006). The economic development of nanotechnology: An indicators based analysis, European Commission, DG Research.

Hullmann. A. (2008). European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology. *DG Research*, Brussels: European Commission.

Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*, Buenos Aires, Edhasa.

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.

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.

Iapel (2017). *La Empresa*. Disponible en: http://www.iapel.com/main_laempresa.asp. (Consultado el 16/02/2017).

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).

Ingrassia, V. (2013). Lanzaron con éxito un nano satélite argentino, *La Nación*, 26 de abril. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/sociedad/lanzaron-con-exito-un-nano-satelite-argentino-nid1576327. (Consultado el 7/7/2019)

INI (s/f). NanoSphere®. Disponible en: http://www.industrial-nanotech.com/index.html. (Consultado el 7/5/2017)

Inmeba (2017). Empresa. Disponible en: http://www.inmebasrl.com/empresa/. (Consultado el 27/07/2017).

Inmunova (2018). Disponible: http://inmunova.com/wordpress/. (Consultado el 27/07/2018).

INPRA (2012). La nanotecnología: un presente con futuro, 17 de julio. Disponible en: https://www.inpralatina.com/201207172473/articulos/pinturas-y-recubrimientos/la-nanotecnologia-un-presente-con-futuro.html. (Consultado el 7/7/2019)

Intelligent Gas (2018) Disponible en: http://www.intelligentgas.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

INTI (2017). Micro y Nanotecnologías: Historia de la Nanotecnología en el INTI. Disponible en: http://www.inti.gob.ar/microynanotecnologias/historia.htm. (Consultado el 18/11/2017).

InvaBio (2018) Disponible: http://www.invabio.com.ar/menu.html. (Consultado el 27/07/2018).

Invernizzi, N. (2007). Brazilian Scientists Embrace Nanotechnologies. En G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America* (pp. 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. y Foladori, G. (2005). El despegue de las nanotecnologías. *Ciencia Ergo Sum*, 12(3): 321-327.

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* (pp. 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-disearn-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).

Jenck (2018). Disponible en: https://www.jenck.com/. (Consultado el 27/07/2018).

Juliano R.L. (2013). Nanomedicine: is the wave cresting?, *Nature Reviews Drug Discovery*. 12(3):171–172.

Juma, C. y Yee -Cheong, L. (2005). Innovation: applying knowledge in development. London, Sterling, Va.: Earthscan, Millennium Project.

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.

Kohlenia (2019). Disponible en: http://www.kohlenia.com.ar/. (Consultado el 7/7/2019)

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*.

Kreuchauff, F. y Teichert, N. (2014). Nanotechnology as general purpose technology, Working Paper Series in Economics, No. 53, Karlsruher, Germany: Karlsruher Institute of Technology.

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).

La Nación (2005). Importante convergencia científica, 22 de noviembre. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/758469-importante-convergencia-cientifica. (Consultado el 5/07/2018).

La Nación (2009). Inauguraron importantes equipos científicos, 23 de noviembre. Disponible en: http://www.lanacion.com.ar/1203102-inauguraron-importantes-equipos-cientificos. (Consultado el 20/05/2015).

La Nación (2016). Fundó su primera empresa a los 15 años, estudió en la NASA y lanzó cinco satélites argentinos al espacio, 7 de noviembre. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/economia/fundo-su-primera-empresa-a-los-15-anos-estudio-en-la-nasa-y-lanzo-cinco-satelites-argentinos-al-espacio-nid1953518. (Consultado el 7/7/2019).

La Nación (2017). Nanotecnología: una firma argentina logró patentar productos en Europa del Este, 2 de junio. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/nanotecnologia-una-firma-argentina-logro-patentar-productos-en-europa-del-este-nid2029955. (Consultado el 7/7/2019)

La Nación (2019). Una empresa argentina firmó un acuerdo para lanzar 90 satélites al espacio, 15 de enero. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/sociedad/una-empresa-argentina-firmo-acuerdo-lanzar-90-nid2211227. (Consultado el 7/7/2019)

Ladenheim, R. (2015). Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de un nuevo patrón tecno-productivo. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 92 (1):55-61.

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.

La Voz (2017). Diseñan en Córdoba plantillas para evitar la formación de úlceras en diabéticos, 18 de marzo. Disponible en: https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/disenan-en-cordoba-plantillas-para-evitar-la-formacion-de-ulceras-en-diabeticos. (Consultado el 23/05/2019).

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.

LH Plast (2018). Disponible en: http://lhplast.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

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

Lipomize (2018). Disponible en: http://www.lipomize.com/es/. (Consultado el 27/07/2018).

Lipsey, R., Kenneth, C. y Bekar, C. (2005). *Economic Transformations, General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*, Oxford, Oxford University Press.

LiZys (2018). Disponible en: http://lizys.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

Lombera, G. (2015). Desarrollo de nanoarcillas modificadas y productos innovadores a partir de arcillas nacionales" Desarrollo Tecnológico y Transferencia, Noviembre 2015. Disponible en: http://radi.org.ar/wp-content/uploads/2016/10/06-2.pdf. (Consultado el 16/07/2017).

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 maestría. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en: http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/207. (Consultado el 16/02/2018).

Luna, N (2015). Debemos dominar la tecnología para ser compradores inteligentes, *TSS*. Disponible en: http://www.unsam.edu.ar/tss/debemos-dominar-la-tecnologia-para-ser-compradores-inteligentes/. (Consultado el 27/07/2018).

Lundvall, B-Å. (2009). Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro (*Post-criptum*). En Lundvall, B. (ed.), *Sistemas nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción* (pp. 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.

Lux Research (2006). The Nanotech Reporth. Investment Overview and Market Research for Nanotechonology, Nueva York.

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).

Mabb (2018). Disponible en: http://www.mabbiomaterial.com/index.html. (Consultado el 27/07/2018).

Malanowski, N., Heimer, T., Luther, W. y Werner, M. (2006). *Growth market nanotechnology: an analysis of technology and innovation* (eds.). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim.

Mallo, E. (2011). Políticas de ciencia y tecnología en la Argentina: la diversificación de problemas globales, ¿soluciones locales?. *Redes*. 17(32): 133-160.

Marianetti, M. (2010). Se extiende el dengue en el Norte, *La Nación*, 19 de febrero 2017. Disponible en: http://www.lanacion.com.ar/1234771-se-extiende-el-dengue-en-el-norte. (Consultado el 18/11/2017).

Martins, P. R. (2010). Desarrollo de la nanotecnología en Brasil 2001-2009. *MundoNano*. 3(1).

Massare, B. (2014). Matías Gainza Eurnekian, presidente de Unitec Blue: "Estamos armando una empresa única en Sudamérica", 26 de agosto. Disponible en:

https://www.infotechnology.com/revista/Matias-Gainza-Eurnekian-presidente-de-Unitec-Blue-Estamos-armando-una-empresa-unica-en-Sudamerica-20130826-0002.html. (Consultado el 7/7/2019).

Mayors (2018). Disponible en: https://mayorslab.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

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*. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

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.

Miller G. y Scrinis G. (2010). Nanotechnology and the Extension and Transformation of Inequity. En: Cozzens S., Wetmore J. (eds) *Nanotechnology and the Challenges of Equity, Equality and Development*. Yearbook of Nanotechnology in Society, vol 2. Springer, Dordrecht.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2008a). 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 (2008b). Argentina y Estados Unidos firmaron un acuerdo de cooperación en Nanotecnología. 10 de julio. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/noticias/argentina-y-estados-unidos-firmaron-un-acuerdo-de-cooperacion-en-nanotecnologia-4366. (Consultado el 25/05/2015).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2008c). European Union-Latin American Research And Innovation Networks Euralinet. 27 de marzo.

Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/noticias/european-union-latin-american-research-and-innovation-networks-euralinet-4254. (Consultado el 25/05/2015).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009a). Workshop sobre nanomateriales Argentina - Estados Unidos. 15-17 de marzo. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/agenda/workshop-sobre-nanomateriales-argentina-estados-unidos-8156. (Consultado el 25/05/2015).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009b). Se realizó el 1° Foro Franco Argentino de Alta Tecnología. 29 de octubre. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/noticias/se-realizo-el-1-foro-franco-argentino-de-alta-tecnologia-4033. (Consultado el 25/05/2015).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2011). Barañao y Garmendia firmaron acuerdo de cooperación en nanotecnología y energías renovables. 31 de enero. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/noticias/baranao-y-garmendia-firmaron-acuerdo-de-cooperacion-en-nanotecnologia-y-energias-renovables-3652. (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).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2013a). 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 (2013b). Casos de Asociatividad e Innovación. Nanotecnología. Buenos Aires: Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2015). Nanotecnología impulsa la creación de PyME y empleos de calidad. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/noticias/nanotecnologia-impulsa-la-creacion-de-pyme-y-empleos-de-calidad-11585. (Consultado el 27/07/2018).

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 Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (s/f). CAMeN – Centro Argentino Mexicano de Nanociencia y Nanotecnología. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/accion/camen-centro-argentino-mexicano-de-nanociencia-y-nanotecnologia-9565. (Consultado el 25/05/2015).

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (s/f). ASACEN – Centro Argentino Sudafricano de Nanotecnología. Disponible en: http://www.mincyt.gob.ar/accion/asacen-centro-argentino-sudafricano-de-nanotecnologia-9564. (Consultado el 25/05/2015).

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).

Mirai 3D (2019). Disponible en: https://www.modelosmedicos.com/. (Consultado el 4/07/2019).

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.

Murúa, H. (2014). Las pymes argentinas que van a cambiar el mundo, 14 de octubre. Disponible en: http://www.elpuntodeequilibrio.com/Articulo/Vista/Las+pymes+argentinas+que+van+a+cambiar+el+mundo. (Consultado el 7/7/2019).

MZP (2018). Disponible en: http://www.mzptec.com/. (Consultado el 27/07/2018).

Nairoby (2019). Disponible en: http://nairoby.com/. (Consultado el 7/7/2019)

Nannei, M. (2016). El nuevo modelo de desarrollo empresarial, *Revista SAFYBI*, Pág 20-22.

Nanocelluar (2019). Disponible en: http://nanocelluar.com.ar/. (Consultado el 7/7/2019)

NanoSoluciones (2019). Disponible en: http://www.nanosoluciones.com.ar/#!/-bienvenido/. (Consultado el 7/7/2019)

Nanosoluciones (2019). Disponible en: http://www.nanosoluciones.com/. (Consultado el 8/7/2019)

Nanotechnology Now (2008). Tire service life extended, 17 de enero. Disponible en: http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=27514. (Consultado el 8/7/2019)

Nanotek (2019). Disponible en: http://www.nanoteksa.com/. (Consultado el 7/7/2019).

Nanotex (2019). About us. Disponible en: http://www.nano-tex.com/company/aboutus.html. (Consultado el 8/7/2019)

Nanotica (2018). Disponible en: http://nanotica.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

Nanowerk News (2008). NanoSphere At The Cutting Edge, 15 de mayo. Disponible en: http://www.nanowerk.com/news/newsid=5727.php. (Consultado el 8/7/2019)

Nanox (2019). Disponible en: http://www.nanox.com.br/site/en_empresa.html. (Consultado el 8/7/2019)

Nanum (2019). Disponible en: http://nanum.com.br/es/principal/. (Consultado el 8/7/2019)

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Nelson, R. y Sampat, B. (2001). Las instituciones como factor que regula el desempeño económico. *Revista de Economía Institucional,* 17-51.

Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Estados Unidos: Harvard University Press.

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* (pp. 376-398). Global Networks.

Nguyen, T. T. (2010). *Competition Law, Technology Transfer and the TRIPS Agreement. Implications for Developing Countries*. Cheltenham, UK: Elgar.

Nitroair (2018) Disponible en: http://nitroair.com.ar/index.html. (Consultado el 27/07/2018).

NNI. (2006). *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). The knowledge creating company, Chapter N°3, Oxford University Press.

Nordan, M. (2005). Nanotechnology: Where Does the us Stand?, documento presentado al House Committee on Sciences, Lux Research, Nueva York, 29 de junio.

North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance.* Cambridge, Cambridge University 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* (pp. 287-305). Londres: Anthem.

OCDE (2013). *Symposium on assessing the economic impact of nanotechnology: synthesis report*. OCDE/NNI

OEI-CTS (Observatorio IberoAmericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad) (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias. Organización de Estados Iberoamericanos*.

Omega Sur (2018). Disponible en: http://www.omegasur.com/. (Consultado el 27/07/2018).

Oszlak, O. y O´Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes.* 2(4):99-128.

OVER (2019). Disponible en: http://www.over.com.ar/. (Consultado el 7/7/2019)

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 Nº 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* (pp. 1-18). Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Palmberg, C., H. Dernis y C. Miguet (2009). Nanotechnology: An Overview Based on Indicators and Statistics, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2009/07, OECD Publishing, Paris.

Panarum (2018). Disponible en: https://panarumsas.com/es/inicio-desarrollo-nanofarmaceutico-panarum-sas/. (Consultado el 27/07/2018).

Parsons, W. (2007). *Políticas públicas. Una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas.* Buenos Aires: Dávila.

Pastrana, H., Ávila, A. y Moreno, G. (2012). Nanotecnología, patentes y la situación en América Latina, *Mundo Nano*, 5(9). 57-67.

Paull, R., Wolfe, P. y Sinkula, M. (2003). Investing in Nanotechnology, *Nature Biotechnology*.

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.

Paz López, M. (2018). Una mirada sobre la cooperación bilateral con países de América Latina en el marco del MINCYT (2007-2015). Ponencia presentada en el III Congreso Nacional: Estado y Políticas Públicas.

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.

Penta (2018). Disponible en: http://www.detectorespenta.com/penta.html. (Consultado el 27/07/2018).

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, *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* (pp. 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* (pp. 775-799). Cheltenham, UK: Elgar.

Perez, C. (2009). Technological revolutions and techno-economic paradigms, working paper n° 20, The Other Canon Foundation, Noruega, y Tallinn University of Technology, Tallinn. Disponible en: http://technologygovernance.eu/files/main/2009070708552121.pdf. (Consultado el 20/9/2016).

Pharmatrix (2019). Disponible en: http://pharmatrix.com.ar/?page_id=724. (Consultado el 7/7/2019)

PICT MICINN (2011). Bases de la Convocatoria a Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica PICT MICINN 2011. Disponible en:

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

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).

Protex (2018). Disponible en: https://www.protexargentina.com/. (Consultado el 27/07/2018).

Quiminet (2014). Las Nanoarcillas mejoran la retardancia a la flama de los plásticos, 13 de junio. Disponible en: https://www.quiminet.com/articulos/las-nanoarcillas-mejoran-la-retardancia-a-la-flama-de-los-plasticos-3806405.htm. (Consultado el 18/11/2017).

Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología...un mundo pequeño. Cuaderno 42, *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 125-155.

Rai, S. y Rai, A. (2017). Nanotechnology- The secret of fifth industrial revolution and the future of next generation. *JURNAL NASIONAL*.

Ragin, Ch. y Chirot, D. (1984 [1995]). The World System of Immanuel Wallerstein: Sociology and Politics as History. En T. Skocpol (ed.): *Vision and Method in Historical Sociology* (pp. 276-312), Cambridge: Cambridge University Press.

Rasa Protect (2019). Disponible en: https://rasaprotect.com/. (Consultado el 7/7/2019)

Rebossio, A. (2009). Argentina sufre la peor epidemia de dengue de su historia, *El País*, 8 de abril. Disponible en: https://elpais.com/internacional/2009/04/09/actualidad/1239228001_850215.html. (Consultado el 18/11/2017).

Red Surcos (2019). Disponible en: https://www.redsurcos.com/index. (Consultado el 7/7/2019).

Reglamento de Gestión para Promover la Innovación Productiva y Social. Préstamo BIRF Nº 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.

Research and Markets (s/f). Global Nanotechnology Market Outlook 2018-2024. Disponible en: https://www.researchandmarkets.com/reports/4536705/global-nanotechnology-market-outlook-2018-2024. (Consultado el 8/7/2019)

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).

Rio Negro (2006a). Renuncia y malestar en el Centro Atómico Bariloche. Se fue el gerente tras reunión entre militares de EE.UU. y científicos. 23 de Marzo. Disponible en: www.rionegro.com.ar/arch200603/23/m23j77.php. (Consultado el 10/05/2015).

Rio Negro (2006b). Anuncian nueva organización para la CNEA. 24 de Marzo. Disponible en: http://www.rionegro.com.ar/arch200603/24/r24j10.php. (Consultado el 10/05/2015).

Rio Negro (2019). Emprendedores premiados por el Balseiro ya exportan a Alemania, 11 de marzo. Disponible en: https://www.rionegro.com.ar/emprendedores-premiados-por-el-balseiro-ya-exportan-a-alemania-919338/. (Consultado el 7/7/2019)

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.

Rivas, G. (2014). Instituciones y políticas para impulsar la innovación empresarial en América Latina y el Caribe. Disponible en: http://www.cieplan.org/media/publicaciones/archivos/343/Instituciones_y_politicas_para_impulsar_la_innovacion_empresarial_en_America_Latina_y_el_Caribe_Texto_Completo.pdf. (Consultado el 7/7/2019).

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. (2004). Nanoscale and Engineering: Unifying and Transforming Tools, *Aiche Journal*, 50(5).

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., Ardetz, M., Getz, D., Shefer, D., Frenkel, A. y Stone, H. (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 Engeenering.

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.

Rumi, M. J. (2018). Tiene 24 años y creó una plantilla con sensores que puede evitar lesiones a pacientes con diabetes, *La Nación*, 11 de enero. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/economia/tiene-24-anos-y-creo-una-plantilla-con-sensores-que-puede-evitar-lesiones-a-pacientes-con-diabetes-nid2099705. (Consultado el 4/05/2019).

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. Sábato*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Sabato, J. (2004). *Ensayos en Campera*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Saber Cómo (2008). Diseño de chips, mayo de 2008. Disponible en: https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc64/inti10.php. (Consultado el 4/07/2018).

Saber Cómo (2010). Textiles repelentes de mosquitos, enero de 2010. Disponible en: https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc84/inti3.php. (Consultado el 18/11/2017).

Sagasti, F. y Araoz, A. (1974). Methodological guidelines for the STPI Project.

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).

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.

Satellogic (2019). Disponible en: https://satellogic.com/. (Consultado el 7/7/2019)

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).

Shea C.M., Grinde, R. y Elmslie, B. (2011). Nanotechnology as general-purpose technology: empirical evidence and implications. *Technology Analysis & Strategic Management*. 23(2):175-192.

Sid, M. E. y Guzzetti, A. (2014). Conociendo Consorcios FS Nano: creando puentes entre el conocimiento, la empresa y la sociedad. Disponible en: https://y-tec.com.ar/Documents/YTEC_Desafio_3.pdf. (Consultado el 16/02/2018).

Silmag (2018). Disponible en: http://silmag.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

So D.S., Kim C.W, Chung P.S y Jhon M.S. (2014). Nanotechnology policy in Korea for sustainable growth. *Journal of Nanoparticle Research*.

Solcor (2018). Disponible en: https://www.solcor.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

Soler Illia, G. (2015). *Qué es la nanotecnología*. Buenos Aires, Argentina: Paidos.

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 L'Hoste, A. (2010). *El Balseiro. Memoria y emotividad en una institución científica argentina*, Ediciones Al Margen, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

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* (pp. 33-53). México DF: M.A. Porrúa.

Suárez E., M. (2018). *Nanotechnology, Governance, and Knowledge Networks in the Global South*. Springer.

Svarc, F. (2013). Un caso de utilización de nanoestructuras en la industria cosmética. Disponible en: https://docplayer.es/10393019-Un-caso-de-utilizacion-de-nanoestructuras-en-la-industria-cosmetica-dr-federicosvarc-fabriquimica-s-r-l-buenos-aires-argentina.html. (Consultado el 7/7/2019)

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.

Tecnopymes (2015). Nanopymes innovó con proyectos productivos en micro y nanotecnología. 2 de noviembre, 2015. Disponible en: https://www.tecnopymes.com.ar/2015/11/02/nanopymes-innovo-con-proyectos-productivos-en-micro-y-nanotecnologia/. (Consultado el 17/04/2019).

Tenaris (2019). Disponible en: http://www.tenaris.com/es-ES/TenarisWorldwide/SouthAmerica/Argentina.aspx. (Consultado el 7/7/2019)

Toledo, L. (2013). Una experiencia de promoción de la nanotecnología en Argentina. *Revista de Física*.

Toledo Patiño, A. (2009). Nanotecnología: nociones básicas, importancia actual y alcances de una rama emergente de la economía del conocimiento. Denarius, *Revista de Economía y Administración*.

Tutor Sánchez, J. (2013). Actualidad y perspectivas de la divulgación y formación de la nanotecnología en Iberoamérica: Red NANODYF – CYTED. *Revista Digital Universitaria*, 14(3).

Tutor Sánchez, J. y Serena, P. (2011). Situación de la divulgación y la formación en nanotecnología en Iberoamerica. *MundoNano*, 4(2): 12-17.

UGA Seismic (2018). Disponible en: https://www.ugaseismic.com.ar/. (Consultado el 27/07/2018).

Unión Europea (2010). Action Fiche for Argentina. Programme for strengthening SMEs competitiveness and creation of employment in Argentina, DCI-ALA/2009/021-953. Mimeo. Disponible en: https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/aap-financing-dci-ala-2010-21953-argentina-af2_en_1.pdf. (Consultado el 11/07/2019)

Unitec Blue (2019). Disponible en: http://www.unitecblue.com.ar/index.php. (Consultado el 7/7/2019)

Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. 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* (pp. 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.

Wolf, E. L. y Medikonda, M. (2012) *Understanding the Nanotechnology Revolution* Wiley-VCH.

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.

Yaghmaei, O., Nemati, R., Ghasemi, I. y Abdi, E. (2015). Nanotechnology markets in global competition: a review, *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 57: 74-84.

Yañez, D. (2016). Bill Gates invierte en una fábrica de Mar del Plata, *La Nación*, 1 de agosto. Disponible en: https://www.lanacion.com.ar/economia/bill-gates-invierte-en-una-fabrica-de-mar-del-plata-nid1923114. (Consultado el 7/7/2019).

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.

Youtie J., Iacopetta, M. y Graham S. (2008). Assessing the nature of nanotechnology: can we uncover an emerging general purpose technology?, *The Journal of Technology Transfer*. 33(3):315–329.

Y-TEC (2018). Disponible en: https://y-tec.com.ar/Paginas/Nuestra-historia.aspx. (Consultado el 27/07/2018).

Zamponi, A (2017). La UNSAM tendrá dos nuevas empresas tecnológicas. Disponible en: http://noticias.unsam.edu.ar/2017/08/24/la-unsam-tendra-dos-nuevas-empresas-tecnologicas/. (Consultado el 27/07/2018).

Záyago Lau, E. (2013). Hacia un análisis teórico de las nanotecnologías en la economía, *Debate Económico*, 2:54-82.

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* (pp. 11-26). Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.

Záyago Lau, E., Foladori, G., Villa Vázquez, L. Appelbaum, R. y Figueroa, R. (2015). Análisis económico sectorial de las empresas de nanotecnología en México. *IELAT*

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.

Zyvex (2019). Disponible en: http://www.zyvex.com/. (Consultado el 8/7/2019)

Normativa consultada

Acuerdo para la creación del Centro Argentino-Sudafricano de Nanotecnología (2011).

Decreto Nº 380/2005. Creación de la FAN.

Disposición Nº 002/10 (2010) Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Ley Nº 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).

Protocolo para la creación de un Centro Virtual de Nanociencia y Nanotecnología Argentino-Mexicano (2011).

Glosario

3iA: Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (UNSAM)

AAPC: Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

ADIMRA: Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina

AFA: Asociación Física Argentina

AFM: Atomic force microscope

AIF: Asociación Internacional de Fomento

ANLAP: Agencia Nacional de Laboratorios Públicos

ANLIS: Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos y Tecnología Médica

ANPCyT: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

ANR: Aportes No Reembolsables

APIs: Principios activos farmacéuticos

ASACEN: Centro Argentino-Sudafricano de Nanotecnología

ATE: Asociación de Trabajadores del Estado

BAPIN: Banco de Proyectos de Inversión Pública

BBC: Business Communication Company

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BIRF: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

BM: Banco Mundial

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil)

BNSL: Laboratorio binacional de sustentabilidad

CAB: Centro Atómico de Bariloche

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CABBIO: Centro Argentino Brasileño de Biotecnología

CABNN: Centro Argentino Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología

CAC: Centro Atómico Constituyentes

CAMeN: Centro Argentino-Mexicano de Nanociencia y Nanotecnología

CAPES: Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nivel superior (Brasil)

CAPP: Consorcio Asociativo Público Privado

CBAN: Centro Brasilero Argentino de Nanotecnología

CBNN: Centro Binacional de Nanociencia y Nanotecnología

CECTE: Comité Nacional de Ética en la Ciencia y la Tecnología

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CEPAM: Centro de Procesamiento Avanzado de Materiales

CEPAVE: Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores

CEPROCOR: Centro de Excelencia en Productos y Procesos Córdoba

CETMIC: Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica

CIADI: Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones

CIC: Carrera del Investigador Científico

CICyT: Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología

CIDeN: Centro de Investigación y Desarrollo en Nanomedicinas

CIDEPINT: Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (UNLP)

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

CIMAV: Centro de Investigación en Materiales Avanzados (México)

CIMEC: Centro de Investigación de Métodos Computacionales (UNL)

CIN: Comité Interministerial de Nanotecnología (Brasil)

CINDEFI: Centro de Investigación y Desarrollo en Fermentaciones Industriales (UNLP)

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)

CMNB: Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (INTI)

COMCYT: Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología

CoMP: Grupo de Materiales Compuestos de Matriz Polimérica (UNMdP)

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México)

CONEAU: Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society

CTI: Ciencia, Tecnología e Innovación

CyT: Ciencia y Tecnología

CYTED: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

DJAI: Declaración Jurada Anticipada de Importación

EBT: Empresa de base tecnológica

EMA: Agencia Europea de Medicamentos

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMPRETECNO: Empresas de Base Tecnológica

EPO: Oficina Europea de Patentes

EURALINET: European Union–Latin American Research and Innovation Networks

FAN: Fundación Argentina de Nanotecnología

FCEyN: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)

FDA: Food and Drug Administration

FFP: Facilitadores de flujo de proyectos

FINEP: Financiadora de Estudos e Projetos (Brasil)

FITR: Fondo de Innovación Tecnológica Regional

FITS: Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial

FIUBA: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires

FLACSO: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

FLAQT: Federación Latinoamericana de Químicos Textiles

FONCyT: Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica

FONARSEC: Fondo Argentino Sectorial

FONSOFT: Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software

FONTAR: Fondo Tecnológico Argentino

FS: Fondos Sectoriales

FS Nano: Fondo Sectorial de Nanotecnología

FTS: Fondo Tecnológico Sectorial

FUMEC: Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia

GACTEC: Gabinete Científico Tecnológico

GEA: Grupo de Electrónica Aplicada (UNRC)

GMA: Grupo de Materiales Avanzados (UBA)

GNC: Gas Natural Comprimido

GTec: Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos

IB: Instituto Balseiro

IBM: International Business Machines

ICGEB: Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología

IDEA: Instituto para el Desarrollo Empresario Argentino

I+D: Investigación y Desarrollo

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación

IDME: Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica

IFC: Corporación Financiera Internacional

IIB: Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (UNSAM)

IMC: Inmuno MultiCarrier

INAL: Instituto Nacional de Alimentos

INCUBAR: Red Nacional de Incubadoras

INIFTA: Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas

INMeT: Instituto Nacional de Medicina Tropical

INN: Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA)

INPI: Instituto Nacional de la Propiedad Industrial

INQUIMAE: Instituto de Química–Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía

INS: Instituto de Nanosistemas (UNSAM)

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.

IPN: Instituto Politécnico Nacional (México)

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

ISO: International Organization for Standardization

ITBA: Instituto Tecnológico de Buenos Aires

ITPN: Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología (UBA)

IWGN: Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology

JPO: Oficina de Patentes de Japón

LINAN: Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología

LSA: Laboratorio de Sólidos Amorfos (UBA)

MCT: Ministerio de Ciencia y Tecnología (Brasil)

MCTI: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Brasil)

MEMS: Sistemas-Micro-Electro-Mecánicos

MHEST: Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (Eslovenia)

MIGA: Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones

MINCyT: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina)

MIT: Instituto Tecnológico de Massachussetts

NBIC: Converging Technologies Nano-Bio-Info-Cogno

NEMS: Sistemas-Nano-Electro-Mecánicos

NNCO: National Nanotechnology Coordination Office

NNI: National Nanotecnology Initiative

NNIN: National Nanotechnology Infrastructure Network

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

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONG: Organización no Gubernamental

ONR: Oficina Naval de Investigaciones

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

PCT: Tratado de Patentes

PECyT: Programa Especial de Ciencia y Tecnología (México)

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

PIT: Programa de Innovación Tecnológica

PLACTED: Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo

PME: Proyectos de Modernización de Equipamiento

PMT: Programa de Modernización Tecnológica

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

POC: Point of Care

PolNano: Grupo de Polímeros Nanoestructurados (UNMdP)

PPA: Paridad de poder de adquisitivo

PRH: Programa de Recursos Humanos

PRIETec: Proyecto de Infraestructura y Equipamiento Tecnológico

PRIS: Proyectos Regionales Integrados

PTLC: Parque Tecnológico del Litoral Centro

PyMEs: Pequeñas y Medianas Empresas

REACH/ECHA: Agencia Europea de Químicos

REGINA: Red de Grupos de Investigación en Nanociencias y Nanotecnologías

ReLANS: Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad

RENANOSOMA: Red Independiente de Investigación en Nanotecnología, Sociedad y Medio Ambiente

RRHH AC: Recursos Humanos Altamente Calificados

SAS: Sociedad por Acciones Simplificadas

SBPC: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SECyT: Secretaría de Ciencia y Tecnología

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

SEPED: Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo (Brasil)

SIN: Sistema Nacional de Innovación

SNCTI: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

SNM: Sistema Nacional de Microscopía

SRA: Sociedad Rural Argentina

SSEyP: Subsecretaría de Estudios y Prospectiva

STM: Scanning tunneling microscope

SUH: Síndrome Urémico Hemolítico

TEM: Transmission electron microscopy

TICs: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TPG: Tecnología de Propósito General

TRIPs: Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights

UA: Universidad Austral

UAM: Universidad Autónoma Metropolitana (México)

UBA: Universidad de Buenos Aires

UCASAL: Universidad Católica de Salta

UE: Unión Europea

UFPE: Universidad Federal de Pernambuco (Brasil)

UM: Universidad de Morón

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

UNC: Universidad Nacional de Córdoba

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNER: Universidad Nacional de Entre Ríos

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UNICAP: Universidad Estatal de Campinas (Brasil)

UNJU: Universidad Nacional de Jujuy

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

UNR: Universidad Nacional de Rosario

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

US PTO: Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos

UTE: Unión Transitoria de Empresas

UTN: Universidad Tecnológica Nacional

UVT: Unidad de Vinculación Tecnológica

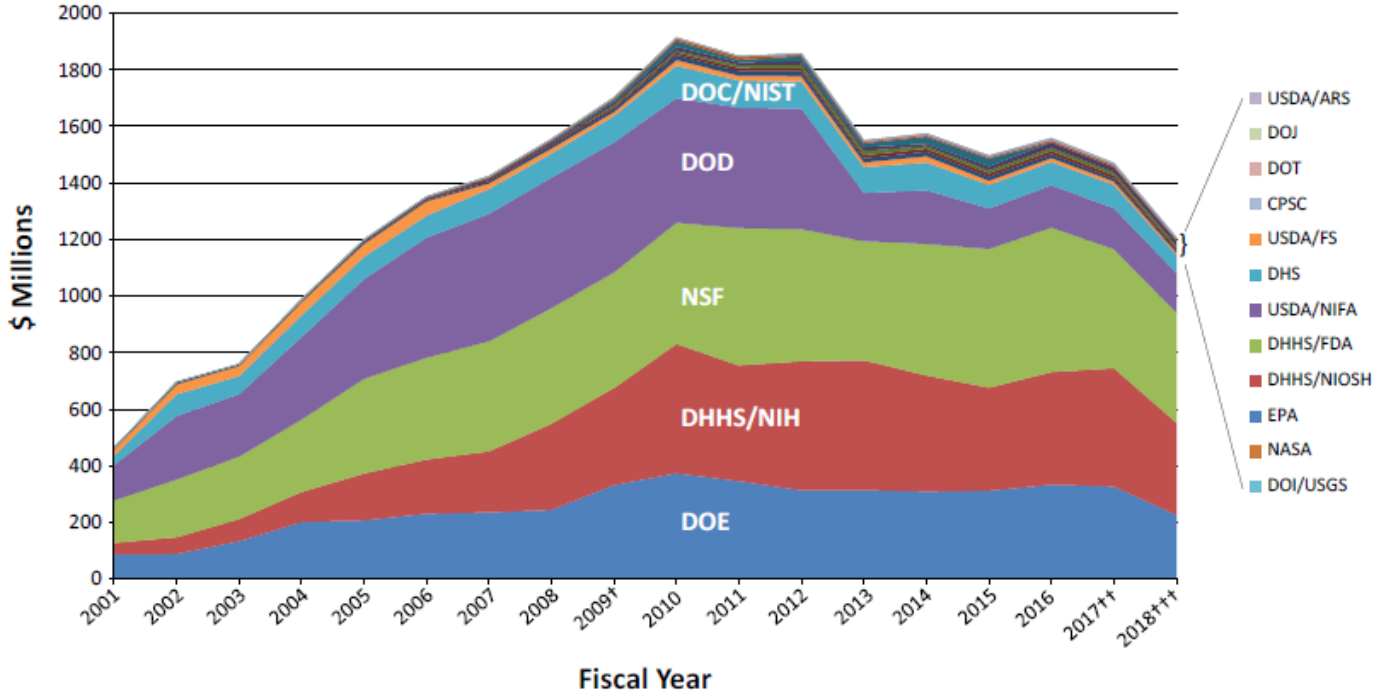
WIPO: Organización Mundial de Propiedad Intelectual

YPF: Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Y-TEC: YPF Tecnología

Anexo

Figura 1.1. Financiamiento de la NNI por Agencia, 2001-2018



Fuente: NSTC, 2017. Pág. 13.

Figura 2.1 PAV 2004: Redes de Nanotecnología financiadas

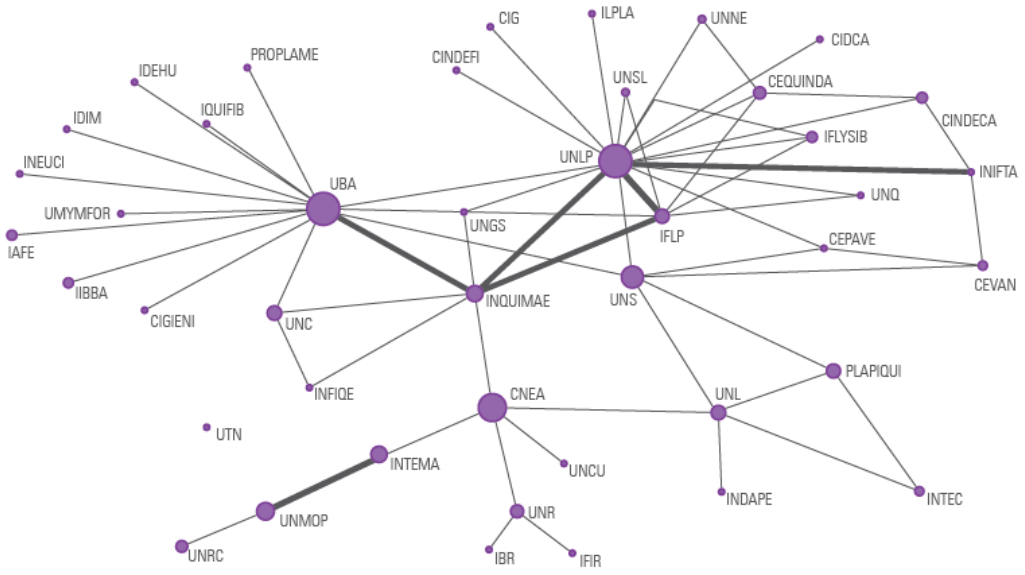
Laboratorio en red para el diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras.	UN de Entre Ríos. CNEA-CAC. CNEA-CAB. CONICET-UNL. UN del Nordeste.	Monto Total Subsidio: $ 898709
Autoorganización de bionanoestructuras para transmición de información molecular en neurobiología 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 por distribución geográfica

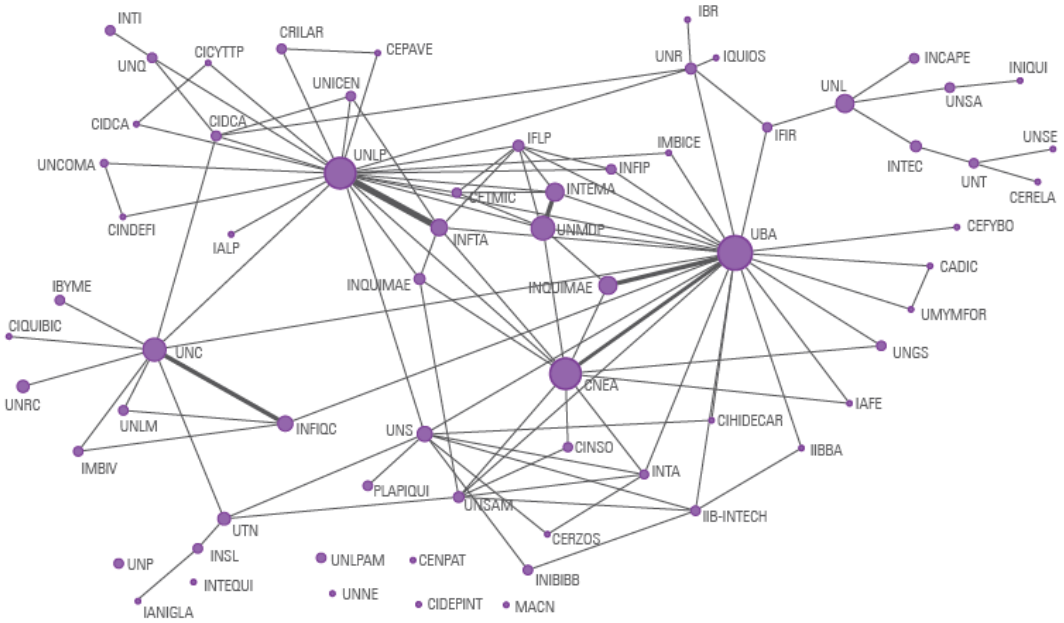
Fuente: Andrini y Figueroa, 2008. Pág 2

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 Nº 034/2008)

Figura 2.6. 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 infecciosas	AADEE; Biochemq; Agropharma Salud Animal; IIB/UNSAM; INTI	$ 8.511.232,67	$13.045.155,00	$21.556.387,67
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	UNL; Gemabiotech; Eriochem	$ 6.962.179,44	$15.405.144,01	$22.367.323,45

	desarrollo y producción de nanotransportadores inteligentes para fármacos				
Monto Total			$ 35.244.867,02	$75.464.362,21	$110.709.229,23

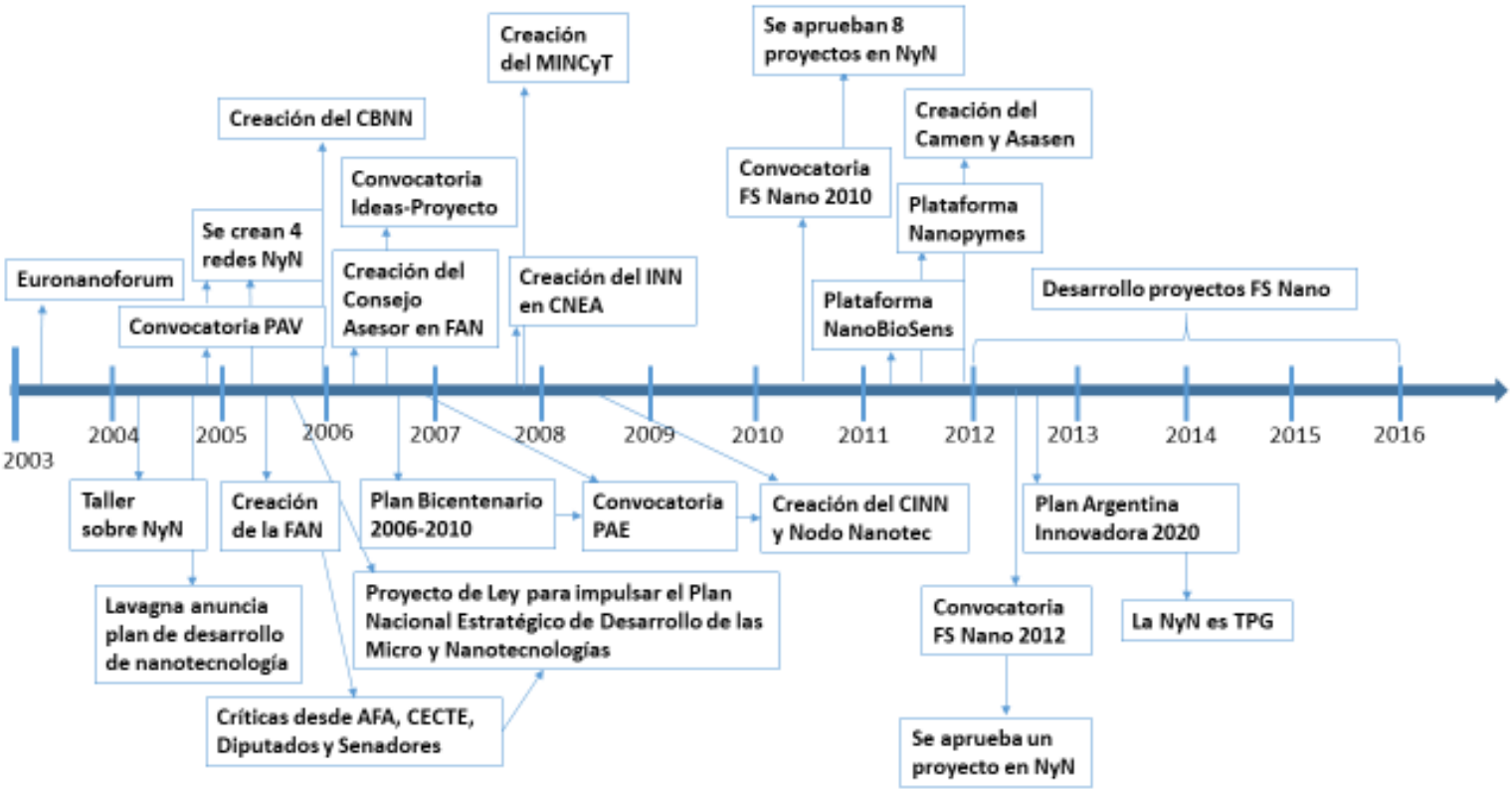
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ANPCyT.

Figura 2.7. Proyectos aprobados para FS Nano 2012

N° de proyecto	Título del Proyecto	CAPP	Monto contraparte	Monto aprobado por ANPCyT	Monto total
001	Desarrollo de Nanoproductos 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.

Figura 2.8. Cronología de los hitos en las políticas de promoción a la NyN



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 2

Figura 2.9. Centros y grupos de investigación y desarrollo en nanotecnología

Referencias

Áreas de aplicación:

1 Salud (Humana y Veterinaria); 2 Energía y Medio Ambiente; 3 Alimentos; 4 Industria; 5 Análisis y Medidas

Redes:

A Lab. en red para el diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras
B Red Argentina de Nanociencias y Nanotecnología Molecular, Supramolecular e Interfases
C Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología Materiales Nanoestructurados y Nanosistemas (M&N)
D Autoorganización de bionanoestructuras para transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos

Centros de I+D	Áreas de aplicación					Investigación básica	Áreas de trabajo	Redes
	1	2	3	4	5			
Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Constituyentes (CNEA - CAC)	■		■	■	■	■	Diseño y Fabricación de Nanobiosensores; Nanoceldas de combustible y MEMS.	A,B,C
Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Bariloche (CNEA - CAB)		■			■	■	Estudios en magnetismo y transporte; semiconductores; superconductores; superficies; desarrollos teóricos.	A,B,C
Centros del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI): Química; Plásticos; Procesos Superficiales; Electrónica; Física y Metrología; Mecánica; Textiles	■	■	■	■	■		Química: nano y microsistemas de liberación controlada; Física y petrología: nanometrología; Nanotextiles: nanotelas microencapsuladas con sustancias activas; Plásticos: materiales poliméricos nanocompuestos ignífugos; Procesos Superficiales: desarrollo de nanomateriales funcionales Electrónica: lab-on-a-Chip; MEMS/NEMS; procesos superficiales.	
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Instituto de Biotecnología; Instituto de Virología; Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas; Grupo de Sanidad Animal				■			Nanobiotecnología.	
Instituto Leloir	■					■	Desarrollo de microchips biológicos; diseño de inmunonanopartículas para tratamiento sistémico de tumores.	
Instituto de Investigación Científica y Técnica para la Defensa (ITEDEF) DEINSO CINSO		■		■	■	■	Síntesis, caracterización y aplicaciones de materiales nanoestructurados.	
Universidad de Buenos Aires (UBA) - Instituto de Química-Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) - Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía (PINMATE) (Dpto. Química Orgánica; Dpto. Física; Fac. Cs. Exactas y Naturales)	■	■		■	■	■	Diseño y fabricación de: nanopartículas y películas nanoestructuradas; polímeros conductores; cristales líquidos; sistemas auto ensamblados con nanotubos de carbono; nanocatalizadores; sondas y sensores fluorescentes; celdas de combustible. Estudio de sistemas de cúmulos (clusters) nanoscópicos; fisicoquímica de superficies nanoestructuradas; nanotubos de carbono y sistemas poliméricos; nanofotónica; modificación químico-bioquímico de puntos cuánticos (q-dots) y nanopartículas; nanoscopías de biomoléculas y nanopartículas; teoría y métodos computacionales para el diseño de materiales en nanoescala.	B; C
Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) - FCE (Depto.. de Física) CETMIC-QUINOR- (Lab. de Nanoscopias y Fisicoquímicas de Superficies; Lab. de Técnicas de Luz Sincrotón; Lab. de Corrosión y Protección de Metales; Lab. de Biomateriales; Lab. de Fisicoquímica de Interfaces y Electroquímica, INBIOLP)	■	■		■		■	Nano y microfabricación mediante litografías suaves; diseño y síntesis de materiales nanoestructurados, sensores y biosensores; funcionalización de superficies. Fabricación y estudio de aerogeles nanocompositos, óxidos semiconductores magnéticos diluidos, ferro fluidos; almacenamiento de hidrógeno; conversión fotovoltaica.	B
CINDECA - PLAPIMU (CIC/UNLP)		■		■			Síntesis de micro y nanomateriales híbridos; síntesis y caracterización de nanopartículas de titania y óxidos magnéticos de hierro; desarrollo de catalizadores basados en óxidos inorgánicos; resolución racémica de productos de interés biológico en nanofilm.	B
Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) - (CIC-CONICET) - La Plata				■			Aplicación de materiales nanoestructurados específicamente aplicados a sectores de materiales sintéticos como las pinturas y los plásticos; nanocompósitos de matriz metálica, orgánica, inorgónica entre otras; matrices poliméricas con nanopartículas.	
Universidad Nacional de Quilmes (UNQUI) - Lab. de Diseño de Estrategias de Targeting de Drogas (LDTD)	■					■	Nanomedicinas basadas en drogas conocidas y aprobadas; diseño de nanosistemas de entrega de drogas.	
Universidad Nacional de Córdoba (UNC) - CIBIQ-CEPROCOR - Agencia Córdoba Ciencia						■	Estudios de autoorganización de bionanoestructuras en procesos biológicos.	B;C;D
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)						■	Estudios de autoorganización de bionanoestructuras en procesos biológicos; recuperación de metales y obtención de nanomateriales a través de reacciones heterogéneas.	B;C;D
Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) - Facultad de Ingeniería	■						Microsistema biotecnológico (BioMEMS); nanomateriales en aplicaciones biomédicas.	A
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - (Chaco- Corrientes) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura						■	Estudio de propiedades ópticas de nanocristales.	A

Centros de I+D	Áreas de aplicación 1	2	3	4	5	Investigación básica	Áreas de trabajo	Redes
Universidad del Litoral (UNL): Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC) II- Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE)	■			■		■	Desarrollo de nanoestructuras y superficies por bombardeo iónico; estudio de propiedades optoelectrónicas; desarrollo y caracterización de nanomateriales; sistemas catalíticos estucturados; simulación computacional y desarrollo de modelos; BioMems.	A
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMP): Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnologia de Materiales (INTEMA) (Depto. de Catálisis Superficiales)		■		■		■	Biomateriales para la salud; obtención, funcionalización y caracterización de nanocompuestos de matriz polimérica, cerámicas, celulosa, fenólica; servicio de asesoramiento y asistencia técnica.	
Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSBIO) Laboratorio de Física del Sólido (LaFiSo); Instituto de Química Física			■			■	Estudio de las propiedades termodinámicas y de transporte de semiconductores y sistemas magnéticos nanoestructurados; estudios electroquímicos y de superficie de películas formadas sobre metales de interés tecnológico.	D
Universidad Austral	■				■		Diseño y fabricación de nanobiosensores	
Universidad Nacional del Sur (UNS)	■			■		■	Síntesis y caracterización de materiales orgánicos y mixtos nanoestructurados; estudios físicos y químicos de nanomateriales a base de carbono.	
Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) - Fac. de Ciencias Exactas, Físico Químicas y Naturales; Fac. de Ingeniería (Grupo de Mecánica Computacional; Lab. de Máquinas Térmicas e Hidráulicas).				■	■	■	Inmovilización de biomoléculas sobre electrodos nanoestructurados; desarrollo de biosensores basados en carbono vítreo y aplicaciones analíticas.	B
Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA) - Lab. para Diseño Virtual de Sistemas Micro- y Nanofluídicos; CIMA - Centro de Ingeniería en Medio Ambiente		■		■		■	Microfluídica y nanofluídica; estudio del impacto de la nanotecnología en el medio ambiente; fabricación de membranas poliméricas para sensores.	
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs.As. (UNCPBA) - PLADEMA						■	Nanoreactores para control de calidad.	
Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)	■	■		■	■	■	Fabricación de nanotubos de carbono; microinmunosensores electroquímicos; Lab-on-a-chip.	
Universidad Nacional del Comahue (UNCo) Fac. de Ingeniería (Depto. de Química)		■		■		■	Diseño y fabricación de membranas de matriz mixta con nanopartículas de alúmina de superficie funcionarizada; funcionalización de arcillas naturales.	
Universidad Nacional de Rosario (UNR) - Instituto de Química Rosario (IQUIR) [CCT-ROSARIO]	■					■	Biopolímeros y macromoléculas para drug delivery; desarrollo de dispersiones sólidas, micropartículas, comprimidos y cápsulas.	
Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) - Facultad Regional Santa Fe- Facultad Regional Río Gallegos - Facultad Regional La Plata	■	■		■		■	CITeQ: inmovilización de proteínas y drogas en nanopartículas; F.R. Santa Fe (en relación con la empresa Nanotec): nanometales; desarrollo de pintura con biocidas y de materiales para la remediación ambiental; F.R. Río Gallegos: estudios sobre biomineralización en seres vivos; F.R. La Plata: polímeros coloidales industriales.	

Fuente: BET de Nanotecnología, 2009. Págs. 5-6

Figura 3.1. Recuadro: Perfil de las 18 Empresas del programa PRIS de la Plataforma Nanopymes

Empresa: Omega Sur
Año de creación: 2001
Lugar: Parque Industrial General Savio, Mar del Plata, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Refinación de aceite marino
Uso de micro y/o nano: Microencapsulado de aceite de raya
Instituciones públicas asociadas: Centro de Química del INTI
Instrumentos adicionales: ----
Estado: En curso

Empresa: Biochemiq, que crea spin-off Chemtest
Año de creación: Biochemiq en 2004 y Chemtest en 2013
Lugar: Moreno, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Soluciones biológicas para medicina y salud animal
Uso de micro y/o nano: Acoplamiento de anticuerpos y antígenos a nanopartículas de oro, o de látex, o coloreadas de celulosa
Instituciones públicas asociadas: UNSAM, CONICET

Instrumentos adicionales: FS Nano 2010 (ANPCyT), Empretecno (ANPCyT)
Estado: En curso

Empresa: Bell Export crea spin-off Argentum Texne
Año de creación: Bell Export en 1989 y Argentum Texne en 2014
Lugar: Bell Ville, provincia de Córdoba
Área de productos: Instrumentos analizadores de oxígeno
Uso de micro y/o nano: Desarrollo de sistema de separación de gases usando material nanoestructurado
Instituciones públicas asociadas: CNEA y UNSAM
Instrumentos adicionales: PID (ANPCyT)
Estado: En curso

Empresa: Adox
Año de creación: 2005
Lugar: Ituzaingó, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Salud, agroindustria, seguridad
Uso de micro y/o nano: desinfectante de manos con nanopartículas de plata; lubricante de instrumental quirúrgico
Instituciones públicas asociadas: CIDENFI (CONICET), UNSAM, UBA y CNEA
Instrumentos adicionales: Empretecno (ANPCyT)
Estado: En curso

Empresa: Nanotica
Año de creación: 2015
Lugar: Universidad de Morón, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Agroindustria
Uso de micro y/o nano: Nanovehículos a través de nanoencapsulación de ingredientes activos
Instituciones públicas asociadas: ----
Instrumentos adicionales: Pre-Semilla (FAN)
Estado: En curso

Empresa: Chemisa
Año de creación: 1994
Lugar: Parque Industrial "La Cantábrica", Morón, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Productos químicos para pre-tratamiento de superficies
Uso de micro y/o nano: Desarrollo de productos químicos con base silánica
Instituciones públicas asociadas: CIDEPINT (CONICET)
Instrumentos adicionales: Adquiere licencia de la empresa italiana Dollmar, Pre-Semilla
Estado del proyecto: En curso

Empresa: Prokrete
Año de creación: c. 1995
Lugar: Parque Industrial de Tigre, provincia de Buenos
Área de productos: Productos químicos para construcción
Uso de micro y/o nano: Recubrimiento para pisos industriales con nanopartículas de sílice
Instituciones públicas asociadas: CONICET
Instrumentos adicionales: PID (ANPCyT)
Estado del proyecto: Discontinuado

Empresa: Solcor
Año de creación: s/d
Lugar: San Martín, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Pinturas para calefactores solares
Uso de micro y/o nano: Proyecto de pinturas selectivas para paneles solares
Instituciones públicas asociadas: Centro de Procesos Superficiales (INTI)
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto: Discontinuado

Empresa: Laboratorio Mayors
Año de creación: 1991
Lugar: Lomas de Zamora, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Desarrollos farmacéuticos para uso veterinario
Uso de micro y/o nano: Collares para perros impregnados a través de nanoencapsulación con insecticidas
Instituciones públicas asociadas: Centro de Química (INTI)
Instrumentos adicionales: Pre-Semilla (FAN)
Estado del proyecto: Discontinuado

Empresa: LH Plast
Año de creación: 2006
Lugar: Río Cuarto, provincia de Córdoba
Área de productos: Lubricante
Uso de micro y/o nano: Sellos hidráulicos con materiales poliméricos
Instituciones públicas asociadas: Grupo de Electrónica Aplicada de la Universidad Nacional de Río Cuarto
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto: En curso

Empresa: Silmag
Año de creación: 1993
Lugar: Río Cuarto, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Productos biomédicos
Uso de micro y/o nano: Catéteres biomédicos asépticos a través de cobertura e capa de nanopartículas de plata
Instituciones públicas asociadas: Facultad de Química de la Universidad Nacional de Río Cuarto
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto del proyecto: Discontinuado

Empresa: Lipomize
Año de creación: 2012
Lugar: Parque Tecnológico del Litoral Centro, provincia de Santa Fe
Área de productos: Industrias farmacéutica, cosmética y alimenticia
Uso de micro y/o nano: Liposomas para productos cosméticos y nutracéuticos
Instituciones públicas asociadas: Gabinete de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral
Instrumentos adicionales: ANR (ANPCyT), Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de Santa Fe, Pre-Semilla (FAN), Semilla (FAN)
Estado del proyecto: s/d

Empresa: Penta
Año de creación: 1976
Lugar: Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires
Área de productos: Detectores de metales en alimentos
Uso de micro y/o nano: Diseño de chip
Instituciones públicas asociadas: Universidad Nacional del Sur
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto: En curso

Empresa: UGA Seismic
Año de creación: 1992
Lugar: San Nicolás, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Área de productos: Servicios de adquisición de datos sísmicos y monitoreo de fractura en gas y petróleo
Uso de micro y/o nano: Prototipo de acelerómetro
Instituciones públicas asociadas: INTI, Y-TEC
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto: Discontinuado

Empresa: LiZys
Año de creación: 2015
Lugar: San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro
Área de productos: Bio-nano-medicina y remediación ambiental
Uso de micro y/o nano: Nanopartículas magnéticas funcionalizadas y nanomateriales magnéticos
Instituciones públicas asociadas: Centro Atómico Bariloche (CNEA)
Instrumentos adicionales: s/d
Estado del proyecto: En curso

Empresa: MZP
Año de creación: 2016
Lugar: San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro
Área de productos: Dinámica de fluidos para diagnóstico clínico
Uso de micro y/o nano: Microfabricación de sensores de viscosidad
Instituciones públicas asociadas: Instituto Balseiro (CNEA-Universidad Nacional de Cuyo), CONICET, INVAP
Instrumentos adicionales: Empretecno (ANPCyT), Pre-Semilla (FAN)
Estado del proyecto: En curso

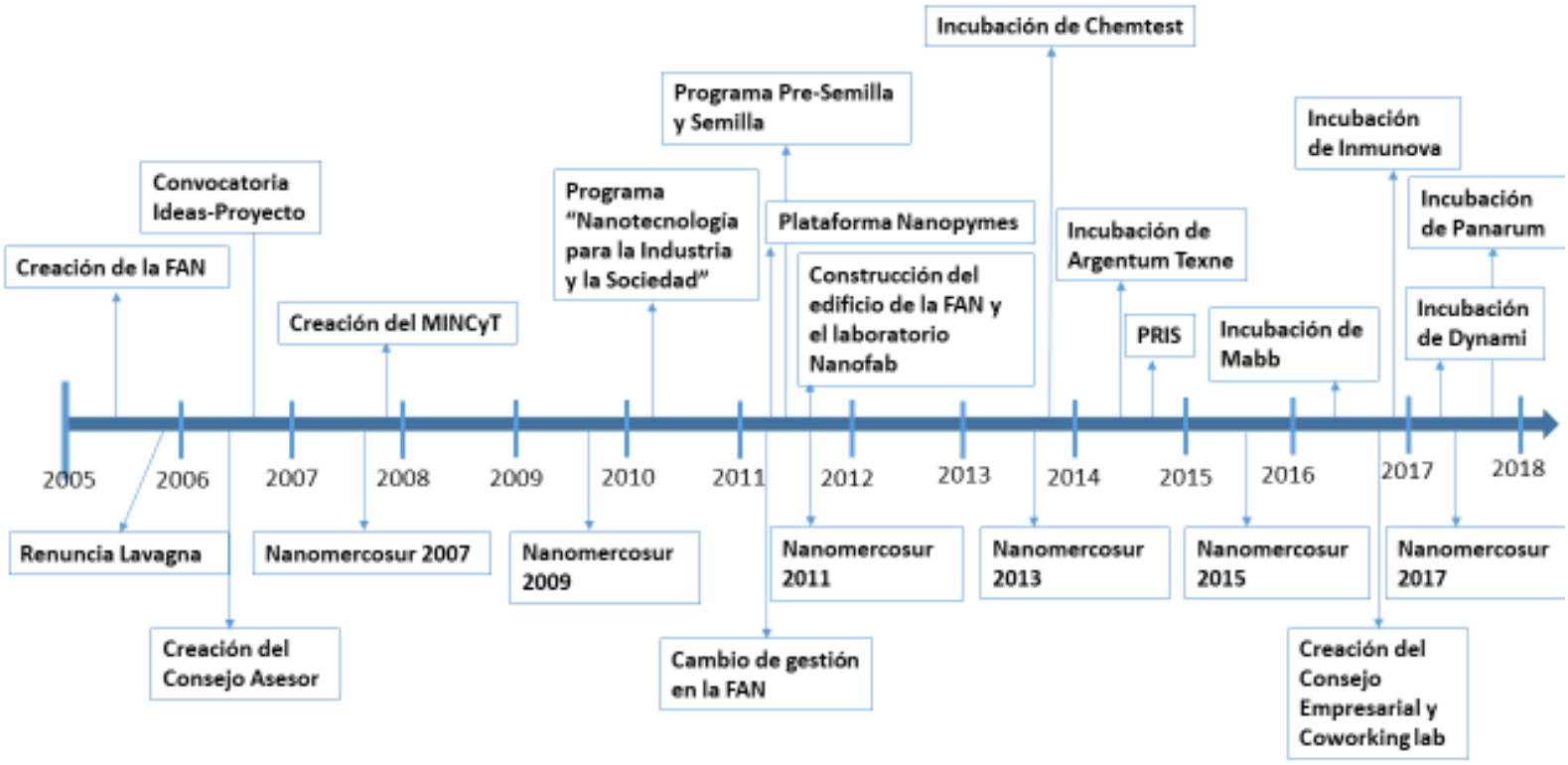
Empresa: Ceprofarm
Año de creación: 2013
Lugar: Santa María de Punilla, provincia de Córdoba
Área de productos: Farmacéutica
Uso de micro y/o nano: Fármacos nano o microestructurados
Instituciones públicas asociadas: CEPROCOR (CONICET) y Agencia Nacional de Laboratorios Públicos
Instrumentos adicionales: Empretecno (ANPCyT)
Estado del proyecto: En curso

Empresa: Jenck
Año de creación: 1989
Lugar: Colegiales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Área de productos: Importación de equipos para control de procesos y servicios de asesoramiento
Uso de micro y/o nano: Producción de sustrato nanoestructurado para análisis y detección de arsénico en aguas naturales
Instituciones públicas asociadas: CNEA
Instrumentos adicionales: ----
Estado del proyecto: Discontinuado

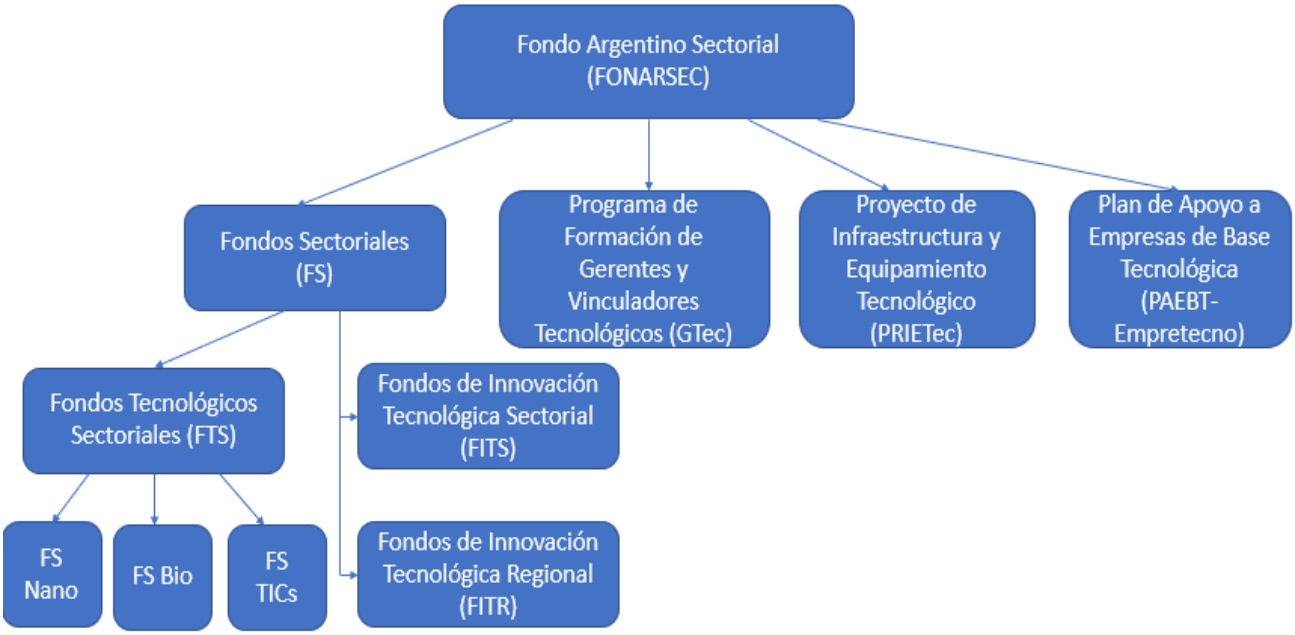
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 3

Figura 3.2. Cronología de los hitos en la trayectoria de la FAN



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 3

Figura 4.1 Estructura del FONARSEC



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ANPCyT

Figura 4.2. Nanopoc

Dispositivo NANOPOC. Se observa el lector y las celdas de reacción con los electrodos descartables.

Fuente: Revista SAFYBI. Pág. 20.

Figura 4.3. Nanopoc

Fuente: http://www.unsam.edu.ar/tss/diagnostico-instantaneo/

Figura 6.1. Empresas que cuentan con aplicaciones de nanotecnología y microtecnología

Nombre de la empresa	**Ubicación geográfica**	**Fecha de creación**	**Tamaño (número de empleados)**	**Tipo de nanotecnología/ microtecnología que usa**	**Facturación anual aproximada**	**Vinculación con sistema científico**	**Sitio web de referencia**	**Fecha de búsqueda**
Nanotek	Santa Fe	2006		nanopartículas, procesos utilizando nanopartículas y nanoproductos	3 millones de pesos (2014)	Sí	http://www.nanoteksa.com/	1/5/2019
Eriochem	Entre Ríos	2000	360	genéricos oncológicos	Entre 24 y 29 millones de dólares (2017)	Sí	http://eriochem.com.ar/	1/5/2019
Laring	CABA	1984	60	productos químicos para la industria de tratamiento de superficies	5 millones de dólares (2017)	Sí	http://laring.com/	1/5/2019
Adox	Ituzaingó	1994	60	productos químicos	Entre 50 o 60 millones de pesos (2017)	Sí	http://adox.com.ar/	1/5/2019
Nanotica	Morón	2015	5	prototipos de productos para la industria agrícola utilizando nanovehículos	32.000 dólares (2016)	Sí	http://nanotica.com.ar/	1/5/2019
Gihon	Mar del Plata	1991	40	micro y nanoencapsulación	3,3 millones de dólares (2015)	Sí	https://www.gihonlab.com/	1/5/2019

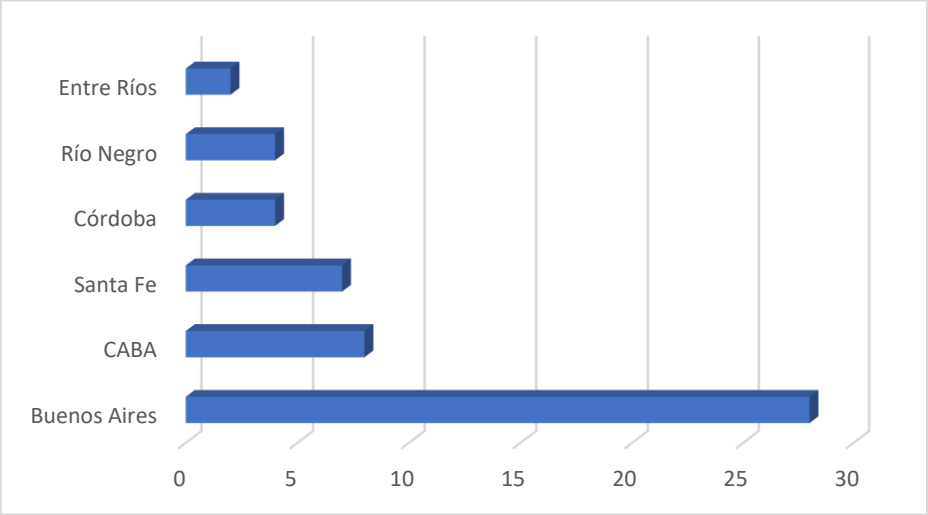
Bell Export	Córdoba	1989		equipos para la generación de gas oxígeno, ozono y nitrógeno		Sí	http://www.invabio.com.ar/	1/5/2019
Chemisa	Morón	1994		productos químicos para pre-tratamiento de superficies metálicas	1.500.000 dólares (2017)	Sí	http://www.chemisa.com.ar/	1/5/2019
LH Plast	Córdoba	2006	8	sellos hidráulicos		Sí	http://lhplast.com.ar/	1/5/2019
Lipomize	Santa Fe	2012	10	insumos liposomales a pedido	5 millones de pesos (2016)	Sí	http://www.lipomize.com/	1/5/2019
Penta	Bahía Blanca	1976		detectores de metales			http://www.detectorespenta.com/penta.html	1/5/2019
LiZys	Río Negro	2015	2	nanopartículas magnéticas y nanomateriales magnéticos		Sí	http://lizys.com.ar/	1/5/2019
MZP	Río Negro	2016	3	equipos de diagnóstico clínico portátiles basados en microtecnología		Sí	http://www.mzptec.com/	1/5/2019
Red Surcos	Santa Fe	2008	250/300	insumos y servicios agropecuarios	116,8 millones de dólares (2016)		https://www.redsurcos.com/	1/5/2019
Unitec Blue	Chascomús	2013	35	tarjetas inteligentes, circuitos integrados y etiquetas		Sí	http://www.unitecblue.com.ar/	1/5/2019
Melt	Campana			recubrimientos nanoestructurados y análisis de riesgo para nanomateriales				

Dhacam	CABA	1990	24/28	nanoesferas y liposomas		Sí	https://www.dhacam.com.ar/	1/5/2019
Enorza	CABA	2010	4	liposomas y microesferas	Entre 200 y 300 mil dólares (2017)	Sí	https://www.enorza.com.ar/	1/5/2019
Mutech Microsystems	Río Negro	2018	2	equipos y herramientas de micro y nanofabricación litográfica			https://mutech.com.ar/	1/5/2019
ArsUltra	CABA	2012	5	sensores para la industria aeroespacial		Sí	http://www.arsultra.com/	1/5/2019
Satellogic	CABA	2010		componentes nano para satélites		Sí	https://satellogic.com/	1/5/2019
OVER	Santa Fe	1981		sistemas de liberación controlada de drogas		Sí	http://www.over.com.ar/	1/5/2019
Cremigal	Entre Ríos	1979		proceso de nanofiltrado			http://www.cremigal.com/web/	1/5/2019
Laboratorios Pharmatrix	Ramos Mejía	1992		liposomas, nanocápsulas, nanopartículas			http://pharmatrix.com.ar/	1/5/2019
Indarra	CABA	2007		micro y nanoencapsulados en textiles				
Fabriquímica	San Martín	1961		liposomas, microemulsiones y nanoesferas			http://www.fabriquimica.com/	1/5/2019
ELEA	Los Polvorines	1939		tratamiento contra los piojos con nanopartículas		Sí	https://www.elea.com/	1/5/2019

Ecosol	CABA	2003		paneles calefactores que contienen nanopartículas de plata			https://www.ecosol.com.ar/	1/5/2019

Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 6

Figura 6.2. Ubicación geográfica de las empresas



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 6

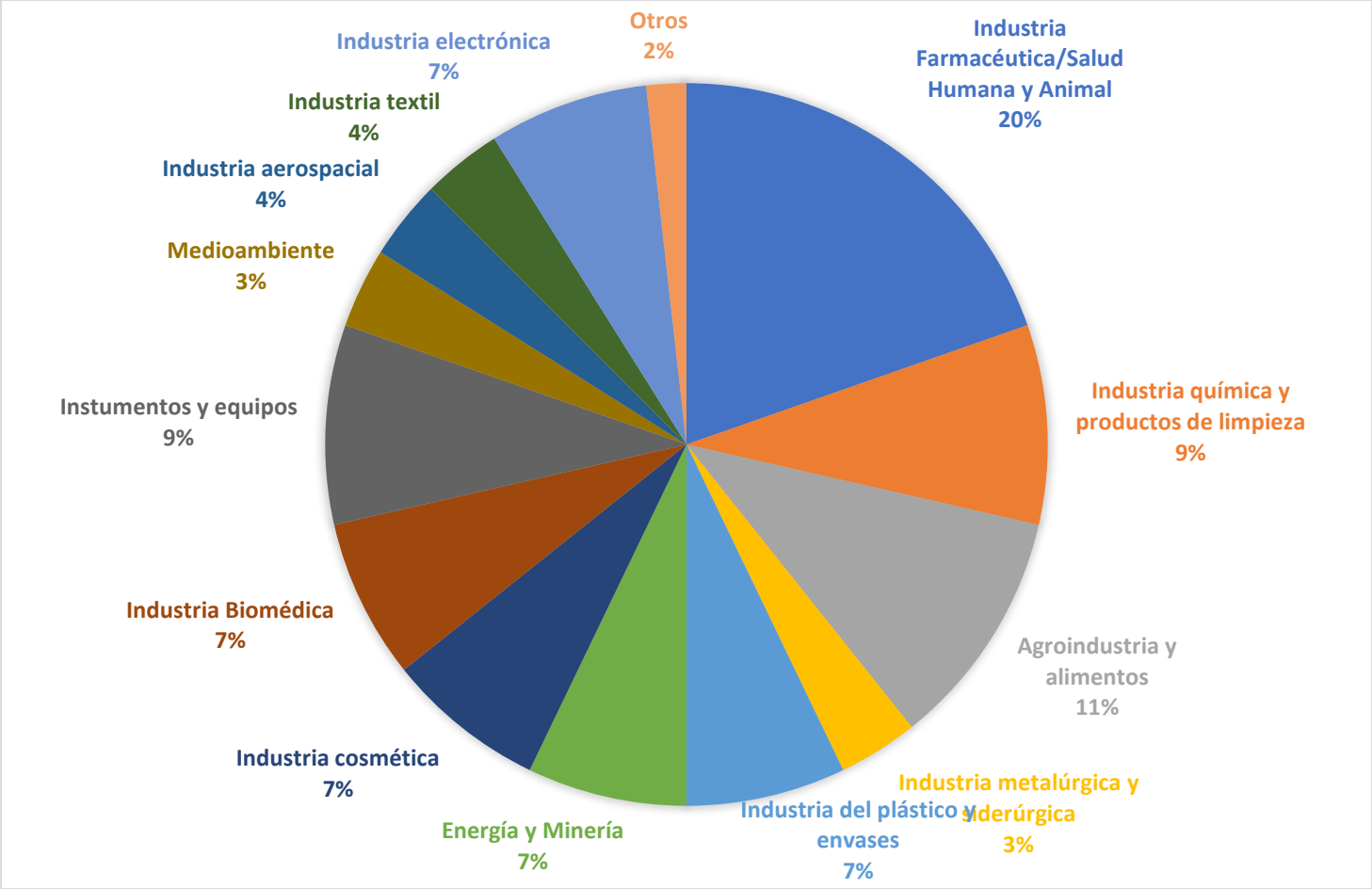
Figura 6.3. Sectores o áreas de especialidad de las empresas

Industria Farmacéutica/Salud Humana y Animal	Industria química y productos de limpieza	Agroindustria y alimentos	Industria metalúrgica y siderúrgica	Industria del plástico y envases	Energía y Minería	Industria cosmética	Industria Biomédica	Instrumentos y equipos	Medioambiente	Industria aeroespacial	Industria textil	Industria electrónica	Otros
Eriochem	Hybridon	Nanotica	Tenaris	Alloys	Y-TEC	Lipomize	LiZys	Bell Export	Nanotek	ArsUltra	Indarra	Penta	Electropart
Enorza	Laring	Lipomize	Essen	Nairoby	Ecosol	Dhacam	Mabb	MZP	LiZys	Satellogic	Rasa Protect	Unitec Blue	
Lab. Pharmatrix	Chemisa	Red Surcos		Kohlenia	Nanodetección	Fabriquímica	Ebers	Mutech Micro				Dynami	

								systems					
ELEA	Melt	Cremigal		Nano cellu-Ar	Nano cellu-Ar	Nanosoluciones	Dynami	Chem test				INVAP	
Ceprofarm	Adox	Omega Sur					Mirai 3D	Argentum Texne					
Lab. Bacon		Nano cellu-Ar						Zev Biotech					
Inmunova													
Panarum													
OVER													
Lipomize													

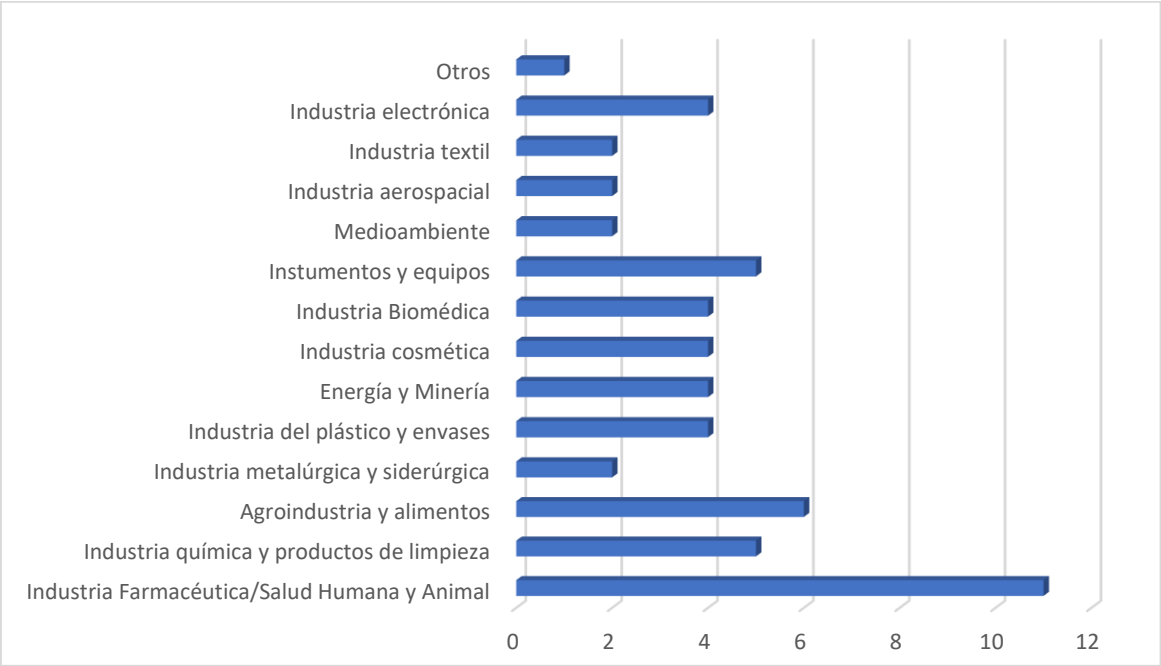
Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo

Figura 6.4. Distribución de las empresas según sus sectores de aplicación



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 6

Figura 6.4. Distribución de las empresas según sus sectores de aplicación



Fuente: Elaboración propia en base a los datos del capítulo 6

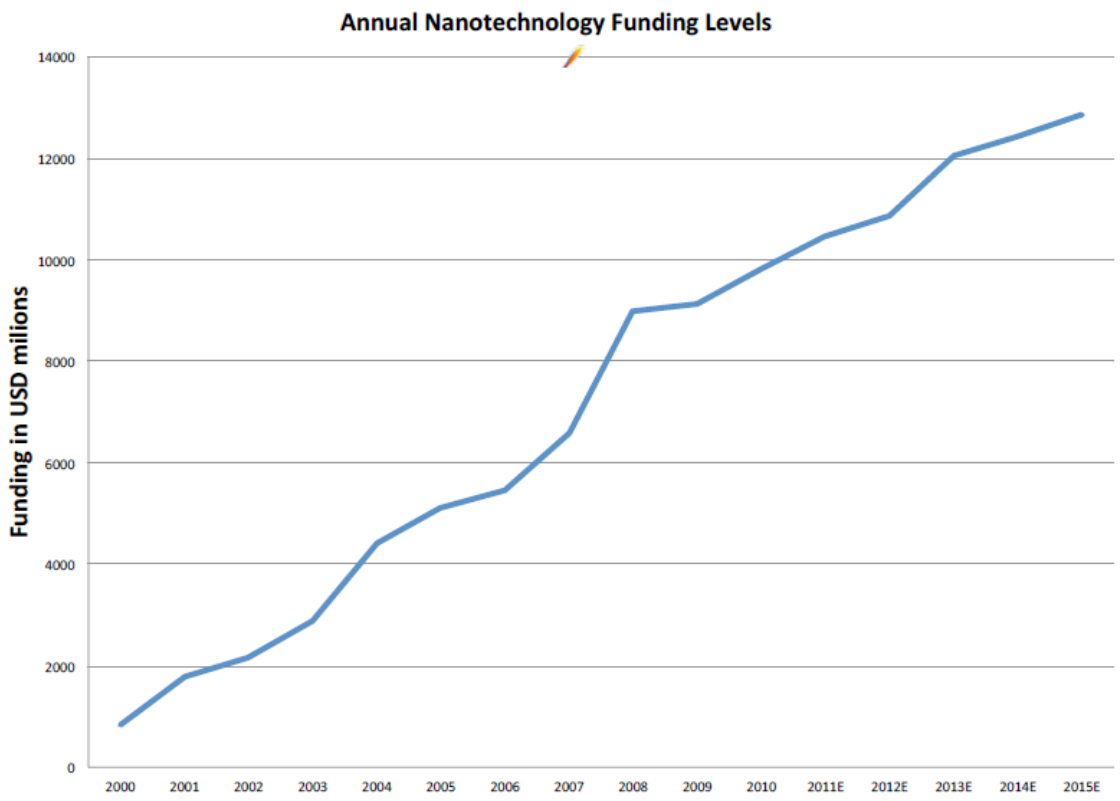
Apéndice

Se incluyen aquí datos e información -tales como la inversión global en NyN, las patentes a nivel global, estimaciones sobre el mercado nanotecnológico global y algunos casos de empresas-, que demuestran que, en la actualidad, a nivel global la nanotecnología funciona como se espera que funcione una TPG.

1. Inversión global en nanotecnología

La inversión global en I+D en NyN es difícil de estimar y precisar dado que la nanotecnología no constituye un campo definido de la actividad tecnológica, sino que se trata de un conjunto de tecnologías que evolucionan a diferentes velocidades y características. La nanotecnología es un área tecnológica que atraviesa varias industrias, sin tener un sector económico como destino concreto. Asimismo, el gasto en nanotecnología varía según la definición de ésta en cada país o región; por ejemplo, a diferencia de la UE, en Estados Unidos ninguna actividad de la microelectrónica está sujeta a financiamiento en nanotecnología. Además, cuando se habla de gasto en nanotecnología sólo se trata de aquel cuya modalidad es directa y específica, sin incluir el gasto indirecto en ciencia y otras tecnologías fundamentales para el avance de aquélla, como la física, la química y la biotecnología. Aun así, se pueden dar algunas cifras que aproximan los órdenes de magnitud.

Según un informe de la consultora europea Científica de 2011, desde el anuncio del programa NNI estadounidense, los gobiernos estaban destinando 10 mil millones de dólares anuales en I+D en NyN a nivel mundial, previéndose un crecimiento de un 20% en los siguientes tres años. El siguiente gráfico muestra la inversión anual en NyN en millones de dólares estadounidenses, donde la E que acompaña algunos años en el eje horizontal representa una estimación:



Fuente: Científica Ltd, 2011.

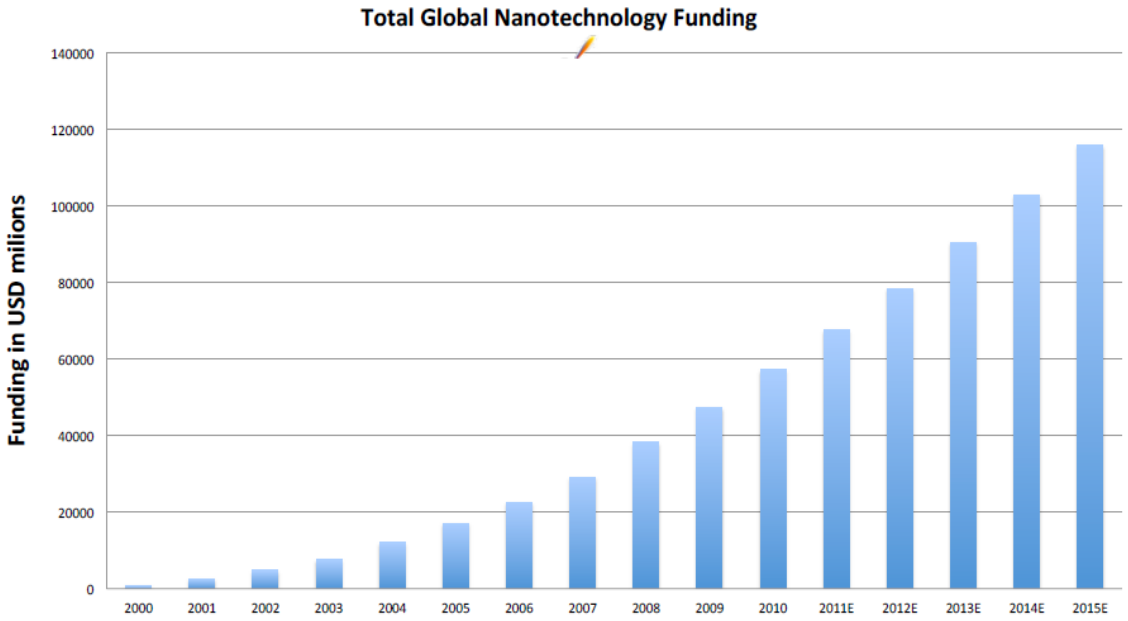
Aproximadamente, según Científica, el gasto mundial de los gobiernos en nanotecnología pasó de 430 millones de dólares en 1997 a 3 mil millones en 2003, de los cuales Estados Unidos aportó el 25%. Según otra consultora, Lux Research, para 2004 el gasto total mundial ascendió a 8.600 millones de dólares. En 2005, los montos indicaron un aumento a 5.900 millones de dólares del sector público, 4.500 millones de los medianos y grandes empresarios y 500 millones de compañías nuevas, para dar un total de 10.900 millones de dólares. En 2006, las cifras de Lux Research precisaron un total de 12.400 millones de dólares en el gasto, de los cuales 6.400 millones eran del sector público y 5.300 pertenecían a empresarios grandes y medianos, mientras que 700 millones de dólares correspondían a las nuevas empresas (Lux Research, 2006).

Según datos de 2004, el gobierno de Estados Unidos contribuyó con 1.600 millones de dólares (1.150 millones en escala federal y el resto en la estatal), el de Japón con alrededor de 1.000 millones y los de Europa con poco más de 1.000 millones

de dólares, de los cuales 350 millones correspondían a la UE, 27l millones a Alemania, 187 millones a Francia, 162 millones al Reino Unido y el resto de los países miembros (Nordan, 2005).

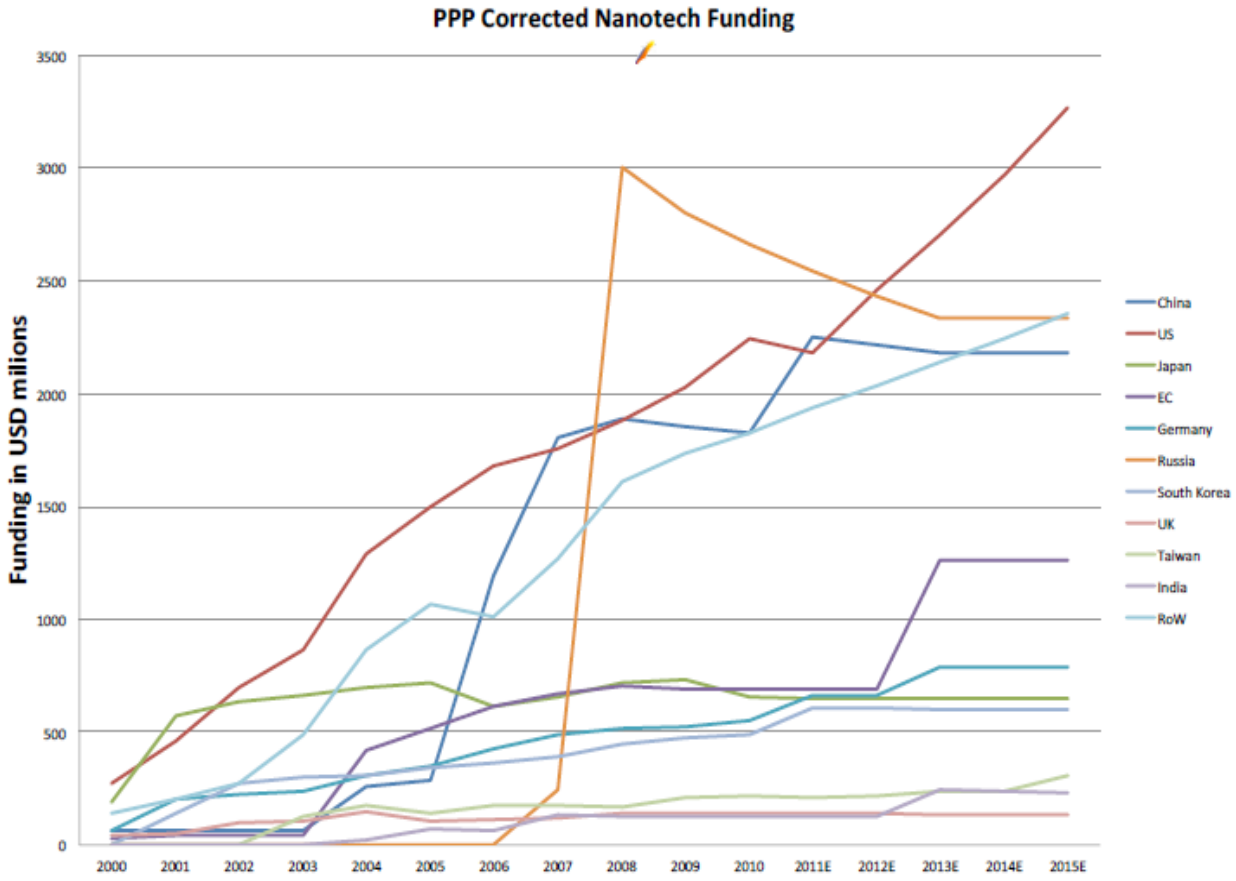
Según otras fuentes, las inversiones en I+D en NyN de los gobiernos en todo el mundo totalizaron más de 4 mil millones de dólares en 2005 y, por su parte, el sector privado asignó otros 4 mil millones en el mismo año (Malanowski et al, 2006). Ahora bien, hasta 2005 más del 50% de las inversiones en I+D de NyN provenía de financiamientos públicos. Sin embargo, a partir de ese año las inversiones privadas sobrepasan a las públicas (Científica, 2007). Durante 2007, el gasto mundial de I+D en NyN alcanzó los 13.500 millones de dólares, de los cuales el 54% fueron aportados por empresas, mientras que el gobierno aportó el 46% restante (BET, 2009: 2). Aunque, si bien desde 2005 más del 50% de las inversiones en I+D a nivel mundial provienen de empresas privadas, esto no es homogéneo, ya que en los países de menor desarrollo siguen siendo los fondos públicos los que financian la NyN (Foladori e Invernizzi, 2009: 13).

Ahora bien, según el informe de Científica (2011), la financiación total global gubernamental estimada en NyN fue de 65 mil millones de dólares en 2011, estimando 100 mil millones hacia 2014:



Fuente: Científica Ltd, 2011.

Haciendo foco en la NNI, su presupuesto asignado en 2011 disminuyó ligeramente respecto del monto asignado en 2010 (véase Figura 1.1. del Anexo), por lo que Científica (2011) estimó que, por primera vez, China invertiría una suma mayor que Estados Unidos para la NyN, en términos de la paridad de poder de adquisitivo (PPA):[229]

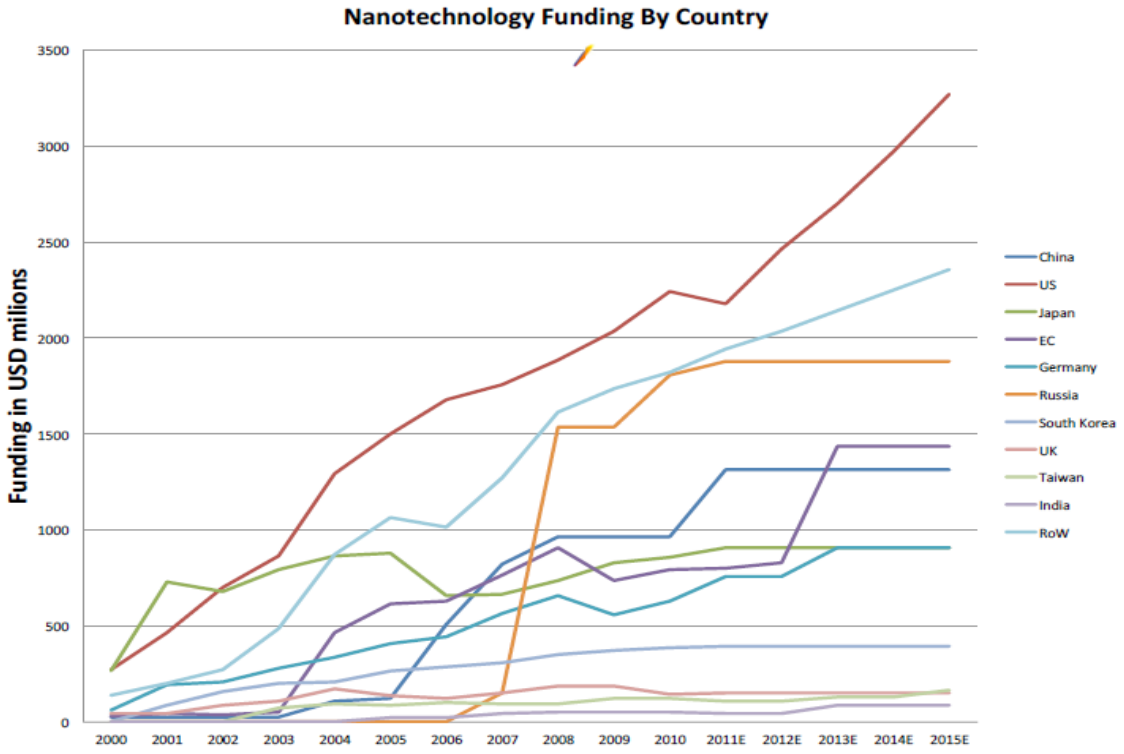


Fuente: Científica Ltd, 2011.

Así, según estas estimaciones, en términos del PPA, China gastaría 2.25 mil millones de dólares en investigación en NyN, mientras que Estados Unidos gastaría 2.18 mil millones de dólares. Sin embargo, en términos reales ajustados por el tipo

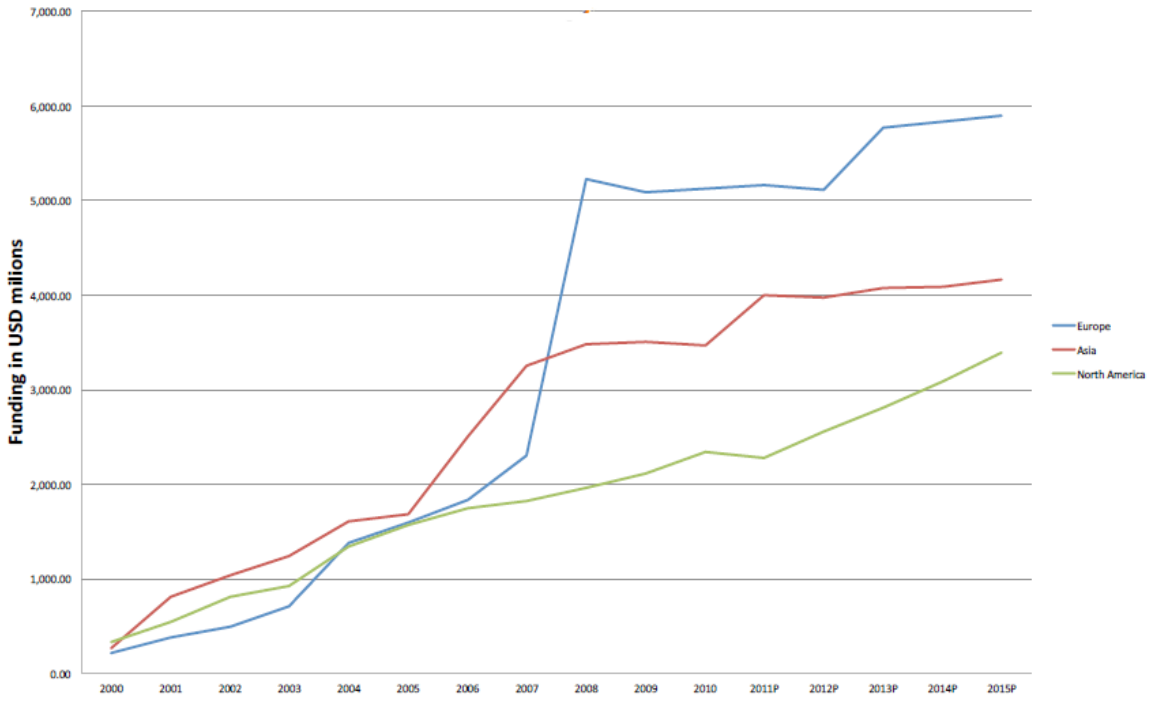
[229] El PPA es un indicador económico que permite comparar el nivel de vida entre distintos países, teniendo en cuenta el PIB per cápita en términos del costo de vida en cada país.

de cambio, China solo estaría gastando alrededor de 1.3 mil millones de dólares en contraste con los 2.18 mil millones estadounidenses.



Fuente: Científica Ltd, 2011.

En términos absolutos, Estados Unidos invierte más que el resto de los países, aunque el gasto en investigación en NyN en Europa y Asia sigue aumentando:



Fuente: Científica Ltd, 2011.

Ahora bien, al comparar los montos de inversión en nanotecnología entre países desarrollados y semiperiféricos, se observan diferencias notorias. Así, para Argentina, entre 2006 y 2010, se estima una inversión de 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011) y en esta tesis se llegó a estimar una inversión en NyN de 80 millones de dólares hasta 2015.[230] Para Brasil, su Ministerio de Ciencia y Tecnología estima alrededor de 190 millones de dólares entre 2004 y 2009, aunque sin contabilizar 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

[230] Esto 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 Empretecno, 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.

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 solo para 2012, el presupuesto estimado para la I+D nanotecnológica fue de 2.100 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 3.500 millones de dólares, situándose como líder mundial, seguido por Japón –casi 3 mil millones de dólares– y Alemania –alrededor de 1.000 mil millones de dólares– (MINCyT, 2016b). Ahora bien, hacia 2018, la NNI recibió 1.200 millones de dólares, 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).

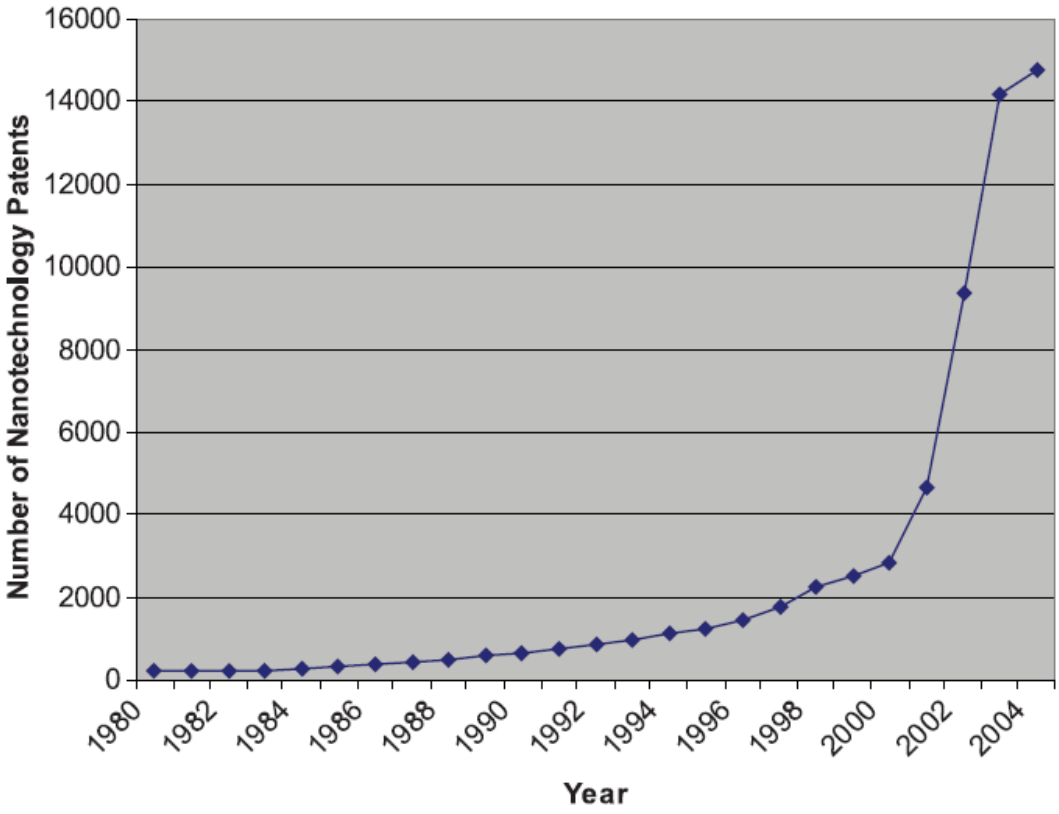
En Japón, la inversión gubernamental en nanotecnología fue de aproximadamente 600 millones de dólares para 2001, 750 millones para 2002, 800 millones para 2003 y 2004 y 1.000 millones dólares para 2005. Además, este país presenta una gran inversión desde el sector privado (Bachmann, 2006: 28). Por su 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, 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 aproximada de 210 millones de dólares en 2001, 240 millones en 2002, 250 millones en 2003 y 290 millones de 2004 (Bachmann, 2006: 28).

2. Patentes de nanotecnología a nivel global

El registro del financiamiento, ya sea en dólares o de acuerdo al PPA, no resulta suficiente para realizar una comparación entre los países, dado que, aunque un país destine grandes cantidades de dinero a la investigación, no necesariamente implica

que esa investigación tenga un impacto en la economía. Por lo tanto, en esta sección se revisa el desempeño de las patentes en el área de nanotecnología, asumiendo que son una fuente de información esencial, pese a ser imperfecta, al examinar el crecimiento de un área tecnológica. Un análisis de las mismas permite identificar los campos científicos involucrados en las estrategias empresarias, siendo útiles para analizar la estructura de la base de conocimientos de las distintas industrias. Las patentes son definidas por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO, por sus siglas en inglés) como un derecho de propiedad otorgado por el gobierno de Estados Unidos a un inventor. Estos derechos concedidos, a cambio de hacer público el invento, excluyen a otros de hacer uso de la invención por un cierto período de tiempo y son una forma de propiedad intelectual.

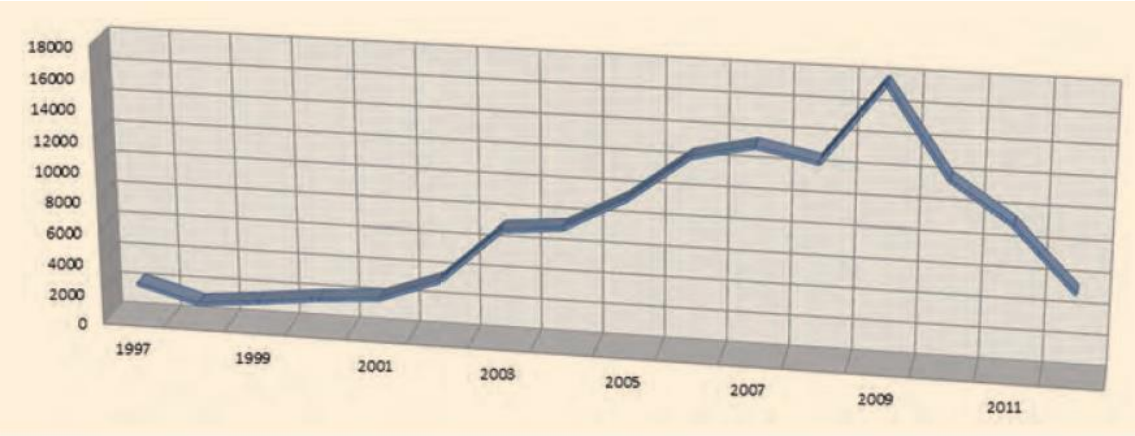
Según Youtie et al. (2008: 324), el patentamiento en nanotecnología comenzó hacia fines de la década de 1980, con un número relativamente pequeño de patentes hasta la década siguiente. Por su parte, Shea et al. (2011) identificaron un total de 62.527 patentes de nanotecnología desde 1971 hasta diciembre de 2004. Entre 1980 y 1999 hubo 17.943 patentes otorgadas, mientras que entre 2000 y 2004 hubo 45.498. En la siguiente figura se puede ver el crecimiento de la actividad de patentes de nanotecnología entre 1980 y 2004 y su aceleración a partir de 2000:



Fuente: Shea, et al., 2011. Pág. 181.

Ahora bien, el número total de patentes varía según cada estudio, pues influyen factores como las definiciones de nanotecnología y las fuentes de datos utilizadas, ya que se pueden utilizar búsquedas de palabras clave muy amplias o más restringidas. Por ejemplo, la USPTO definió, hasta octubre de 2004, que las nanopatentes corresponden a estructuras o procesos a la nanoescala de 1 a l00 nanómetros. Por ello, Lux Research señaló que, entre marzo de 1985 y marzo de 2005, se registraron en Estados Unidos 3.818 patentes. Así, hasta 2003, de ese total Estados Unidos se adjudicó la mayoría (60%), seguido por Japón (10.9%), Alemania (8.1%), Canadá (2.9%) y Francia (2.2%). Para 2006, las nanopatentes internacionales solicitadas por los países más activos (Estados Unidos, Alemania, Francia, el Reino Unido, Japón, Canadá, China y Corea del Sur) habían crecido 31%, al alcanzar sólo en ese año las l0.105 patentes. De éstas, 6.081 correspondían a Estados Unidos y 773 a Alemania, que se colocaba en la segunda posición (Delgado Ramos, 2007c: 558).

Por su parte, Pastrana et al. (2012: 59) realizan una revisión del estado de las patentes en nanotecnología en las tres principales oficinas de patentes del mundo: la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés) y la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en inglés). Esta investigación evidencia el comportamiento de los países más activos entre 1976 y el primer semestre de 2012. Así, según este estudio, las primeras patentes asociadas con nanotecnología aparecen en 1976 en la USPTO y en 1980 para EPO y para la Oficina de Patentes de Japón (JPO, por sus siglas en inglés), presentando un incremento exponencial desde 1995. A finales de la década de la década de 1990 existían 5.177 patentes registradas asociadas a nanotecnología, mientras que hacia mediados del 2012 existían 130.780 patentes registradas. El siguiente gráfico refleja la evolución de las patentes entre 1997-2011:



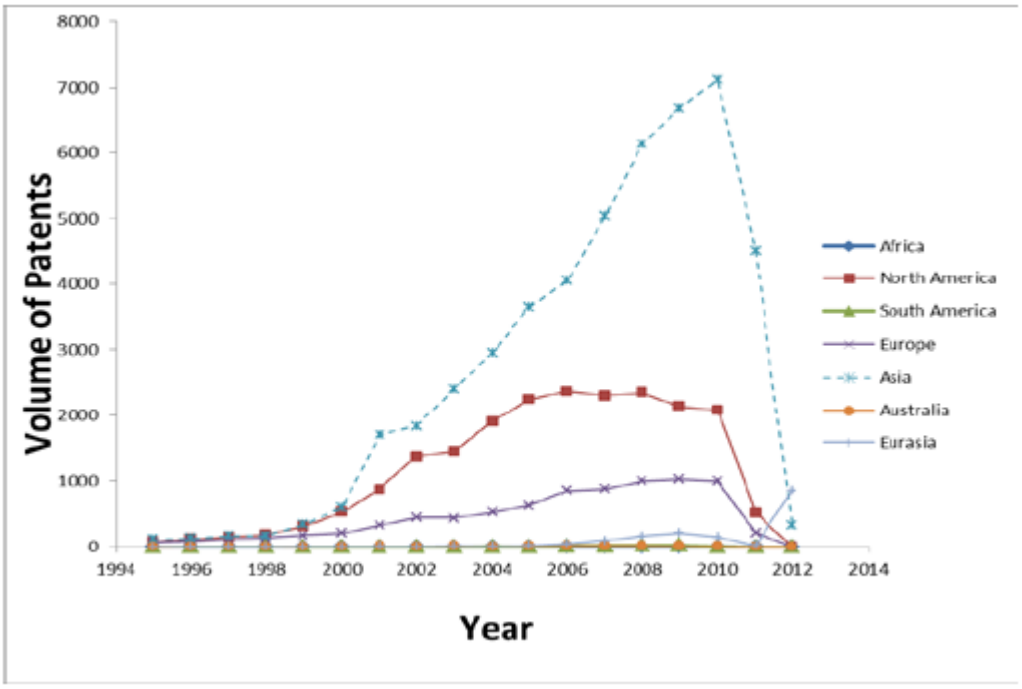
Fuente: Pastrana et al., 2012. Pág. 60.

El crecimiento se dio principalmente en el área de ciencias de materiales, ingeniería química y física, aunque durante 2010 y 2011 hay un decrecimiento en el número de patentes otorgadas, coincidiendo con la disminución de la inversión por parte de la industria y el gobierno durante los años previos producto de la crisis económica de 2007-2009 (Pastrana et al., 2012: 59). Asimismo, la principal oficina de patentes que recibe solicitudes con el término nano en su título o resumen es la USPTO, con el 56% de todas las patentes, seguida de la oficina del Tratado de Patentes (PCT,

por sus siglas en inglés) con el 28%, la EPO con el 11% y finalmente la JPO con el 4% (Pastrana et al., 2012: 60).

Según otro estudio, en el período 1991-2012 en la USPTO se registró un número de patentes relacionadas con la nanotecnología de alrededor de 35.431. De estas, Estados Unidos solicitó la mayoría de las patentes (23.070 de todos los países), seguido de Japón (con 3.332 patentes), Corea del Sur (1.901), Taiwán (1.170), y Alemania (1.079) (Chen et al., 2013).

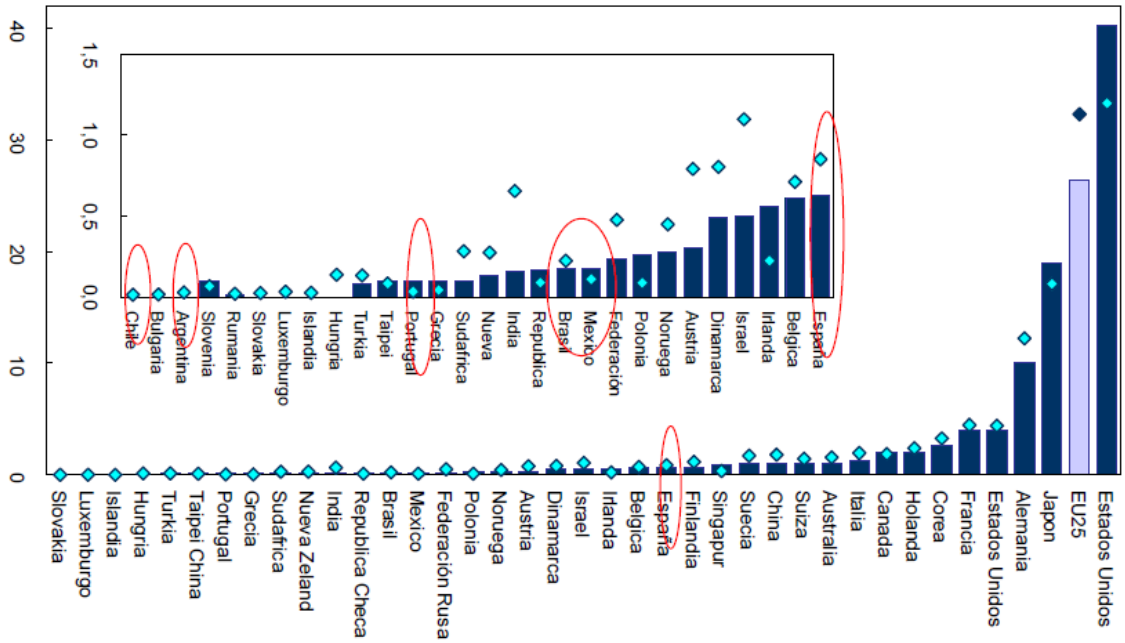
Según Akpan et al. (2016), en el período 1995-2012 se registraron un total de 78.585 invenciones de nanotecnología. El número total de invenciones fue: África (41), América del Norte (21.100), América del Sur (132), Europa (5.261), Asia (48.023), Australia (197) y Eurasia (863). De esta forma, las patentes de nanotecnología se concentraron en tres continentes, Asia, Norteamérica y Europa, en ese orden. Estos tres continentes produjeron alrededor del 94,70% de las patentes mundiales de nanotecnología en el período considerado. La tendencia anual de las patentes de nanotecnología se puede observar a continuación:



Fuente: Akpan et al., 2016. Pág. 5.

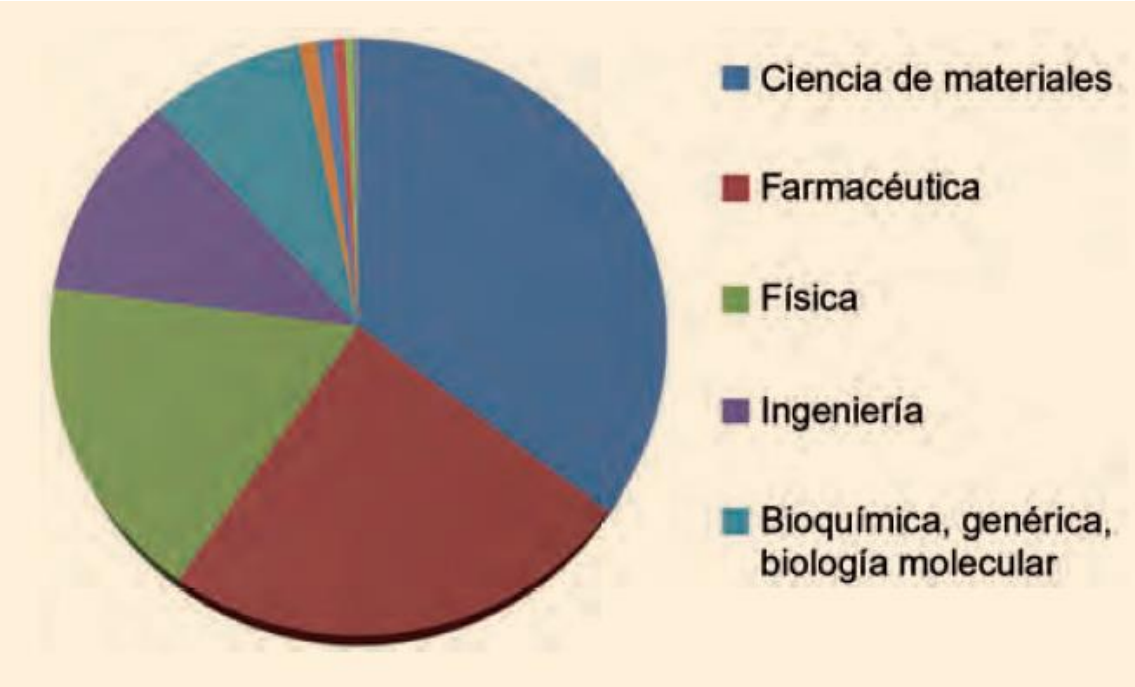
El patentamiento mundial en NyN mostró un crecimiento explosivo entre 2000 y 2008, con un leve descenso hasta 2010 y luego un nuevo repunte, atribuido a los efectos de la crisis económica internacional de 2007-2009 (Barrere y Matas, 2013: 29). Por otro lado, las siete áreas más patentadas, en orden decreciente, fueron: nanotubos y nanocables (35%), nanofabricación y procesamiento (26%), nanopartículas y puntos cuánticos (11%), purificación de agua, desalinización y descontaminación (11%), materiales compuestos (4%), dispositivos cuánticos (4%) y nanocatalizadores (4%) (Akpan et al., 2016). En general, la mayor parte se clasifica en las áreas de nanomateriales, electrónica y optoelectrónica. Las patentes de medio ambiente y energía, nanobiotecnología y medicina también constituyen una parte notable, seguida de instrumentos de mediciones (Palmberg, et al., 2009: 55).

Ahora bien, al igual que la inversión pública, los países de la semiperiferia se encuentran rezagados en el patentamiento en nanotecnología, lo que se puede observar a continuación:



Fuente: Lavarello y Cappa, 2010. Pág. 15.

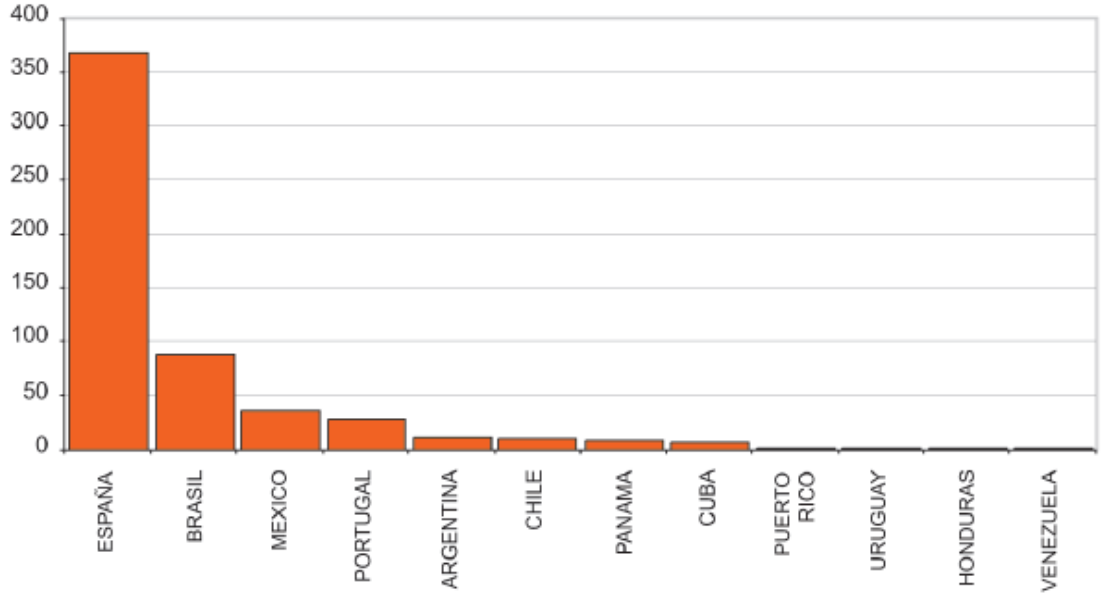
Así, según Pastrana et al. (2012), en la base de datos de WIPO se incluyen desarrollos nanotecnológicos en América Latina, aunque sólo se encuentran aplicantes de Argentina, Brasil, Colombia, Chile y México. De las cerca de 100.000 patentes en nanotecnología que existían en el mundo hasta 2012, únicamente 333 se encontraban en la región y el 90% de éstas estaban en las oficinas de Brasil y México, evidenciando un rezago importante frente al desarrollo global. Adicionalmente, el 80% de las patentes habían sido realizadas por extranjeros, quedando un pequeño número de patentes desarrolladas por centros de investigación, universidades o empresas locales (Pastrana et al., 2012: 60). Al analizar el tipo de aplicante (empresas, universidades u otros), en países como Brasil y México prima el desarrollo de la industria, mientras que en Argentina hay un desarrollo mixto entre industria y universidades (Pastrana et al., 2012: 61). En el caso de México el sector petrolero en compañía de universidades norteamericanas posee el 30% de las patentes y Brasil tiene un importante desarrollo en la industria cosmética y farmacéutica. Las principales áreas en las que la región latinoamericana posee patentes se observan a continuación:



Fuente: Pastrana et al., 2012. Pág. 62.

Desde América Latina, las principales oficinas a las cuales se solicita patentes son: WIPO con el 36%, USPTO con el 24% y EPO con el 11% (Pastrana et al., 2012: 62).

En la misma línea, un estudio de 2008, enfocado en Iberoamérica, señalaba que el total de las patentes otorgadas en el área de la nanotecnología en la base de datos de la WIPO, con fecha de publicación entre 2000 y 2007, ascendió a 75.720 registros, donde Iberoamérica era poseedora de apenas el 0,74% de las patentes en nanotecnología registradas, con 560 registros, mientras que la participación de Estados Unidos en la titularidad de las patentes ascendía a 45.798 registros, más del 60% de las patentes totales consideradas en el estudio (OEI-CTS, 2008: 55-56). En el siguiente gráfico se observa la participación de cada país iberoamericano en el conjunto de las patentes en nanotecnología entre 2000-2007:



Fuente: OEI–CTS, 2008. Pág. 59.

España sobresale con 369 patentes. Brasil ocupa el segundo puesto, con 89 títulos. En tercer lugar, se ubica Portugal, que registra 36 patentes. México, en el cuarto lugar, presenta 28 títulos y Argentina, en el quinto, 12 patentes. A estos les siguen, en orden decreciente, Chile (con 10 patentes), Panamá (con 9), Cuba (con 7), Puerto Rico y Uruguay (con 2 títulos cada uno), Honduras y Venezuela (con una

patente cada uno) (OEI-CTS, 2008: 58). En síntesis, la presencia de los países iberoamericanos, con la excepción de los europeos, Brasil y México, es muy limitada, lo que se puede explicar, en parte, por una trayectoria común a la mayor parte de los países latinoamericanos, en los que el sector privado (principal actor en el registro de patentes) no invierte en actividades de I+D que pueden dar como resultado títulos de propiedad industrial (OEI-CTS, 2008: 59). El caso que presentaba una mayor presencia relativa del sector privado era Argentina, donde el 92% de las patentes (12 patentes) tenía entre sus titulares a empresas o personas físicas. La empresa Immunotech contaba con cuatro patentes obtenidas en aspectos de la nanotecnología relacionados con la biotecnología. La empresa Goldgene poseía dos títulos y la semillera Nidera y la farmacéutica LKM contaban con una patente cada una. El sector público tenía presencia en una patente nanotecnológica, de titularidad compartida entre el CONICET y el INTA (OEI-CTS, 2008: 64). De esas 12 patentes, cuatro correspondían a nanomateriales, cuatro a nanoherramientas y cuatro a nanoproductos. Sin embargo, entre mayo de 2007 y marzo de 2009 se registraron a través de publicaciones en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), aproximadamente 50 solicitudes de patentes relacionadas con NyN. De estas, el 80% fueron presentadas por empresas, mientras que el 20% restante se reparte entre universidades y organismos de ciencia y tecnología y el 47% pertenece a nanointermediarios. Respecto a la nacionalidad de los solicitantes, Estados Unidos concentró el 35% de las mismas, Argentina el 9% y el resto corresponde principalmente a países europeos (Quintili, 2012: 148).

3. Mercado global de nanotecnología

Varias consultoras se encargaron de dimensionar un mercado de nanotecnología. Entre las consultoras más conocidas se encuentran Científica, Lux Research, *Business Communication Company* (BCC) y algunas asociaciones que representan a la industria, como NanoBusiness Alliance de Estados Unidos, que también proporcionó previsiones de mercado y algunas evaluaciones de impacto (Palmberg et al., 2009: 21). No obstante, un problema en la interpretación de los pronósticos del mercado de nanotecnología es la definición de productos de nanotecnología.

Así, las previsiones de mercado más optimistas se refieren al valor total de mercado de todos los productos finales que contienen un componente de nanotecnología, en lugar del valor del componente nanotecnológico en los productos finales. Por ejemplo, si una décima de gramo de un nanocomponente, que cuesta 0,10 euros, está presente en una dosis de un medicamento que cuesta 100 euros, entonces el valor de este "producto de nanotecnología" se calcularía como 100 euros en lugar de los 0,10 euros. Por tanto, la inclusión del valor de mercado total de todos los productos finales, en lugar del valor agregado de la nanotecnología, dará lugar a importantes sobrevaloraciones (Palmberg et al., 2009: 22).

En esta sección se recopilan varias estimaciones del mercado de nanotecnología. Es importante aclarar que los datos difieren entre sí, dependiendo del estudio y el punto de referencia, variando incluso a veces significativamente para el mismo año. Sin embargo, a pesar de las discrepancias entre los datos, estos dan una visión global de las proyecciones del mercado y constituyen una indicación y referencia de los segmentos del mercado que pueden llegar a desempeñar un papel importante en el futuro.

La mayoría de los pronósticos de mercado para la nanotecnología se originan a principios de la década de 2000, con un horizonte temporal hasta el 2015. Aunque las estimaciones varían significativamente, un cálculo optimista sugería que los ingresos globales de productos mejorados con nanotecnología, estimados en 50 mil millones de dólares en 2006, alcanzarían alrededor de 3 billones de dólares en 2015 (Weiss, 2014: 125). Por ejemplo, en el momento en que se lanzó la NNI, los expertos que la impulsaron estimaban un mercado de 1 billón de dólares para nanoproductos y una demanda de 2 millones de trabajadores en todo el mundo para 2015. Dependiendo de la definición de nanotecnología y su contribución al valor añadido de la versión final de los productos, así como el grado de optimismo, otros pronósticos varían entre los 150 mil millones en 2010 y 2,6 billones en 2014 (Hullman, 2006: 9). Este es el caso de la consultora Lux Research, que, en una estimación más bien optimista, para 2014 estimó 2,6 billones de dólares en productos nanotecnológicos manufacturados en todo el mundo (Lux Research,

2004; Motoyama et al., 2011: 114), cifra que crecería a 3,1 billones de dólares en 2015.[231]

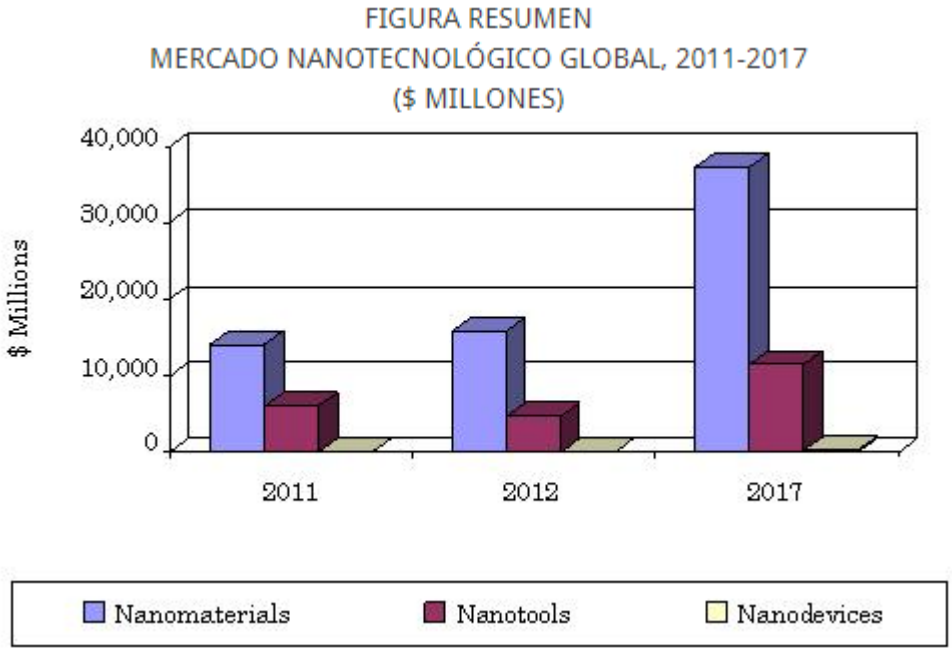
Lux Research utilizó su marco de cadena de valor para medir y pronosticar la adopción de la nanotecnología en tres sectores industriales (manufactura y materiales, electrónica y TICs, y salud y ciencias de la vida) en Estados Unidos, Europa, Asia y el resto del mundo entre 2004 y 2015.[232] El sector de materiales y manufactura experimentó el mayor impacto en 2007, incorporando nanotecnología en 97 mil millones de dólares en productos a lo largo de la cadena de valor, como recubrimientos y compuestos para productos como automóviles y edificios. Le siguió la electrónica con 35 mil millones de dólares de aplicaciones de nanotecnología en campos como pantallas y baterías, mientras que la salud estuvo a la zaga con 15 mil millones de dólares en ingresos, impulsados por aplicaciones farmacéuticas. Ahora bien, según la cadena de valor de la nanotecnología, los productos finales generaron una ganancia de 137 mil millones de dólares en 2007, esperando que alcanzaran los 2,7 billones de dólares en 2015. En tanto, los nanomateriales superaron los 678 millones de dólares de ganancia en 2007, mientras que los nanointermediarios alcanzaron una ganancia de 9.800 millones de dólares (BET, 2009: 2).

Por su parte, el informe de *BBC Research* "*Nanotechnology: A Realistic Market Assessment*" (2012), que clasificó el mercado de nanotecnología en tres segmentos -nanomateriales, nanoherramientas y nanodispositivos-, estimó ventas para los nanomateriales por un valor de 15,9 mil millones de dólares en 2012, que debía aumentar a 37,3 mil millones en 2017. Las nanoherramientas sumaron un total de casi 4,8 mil millones de dólares en 2012 y se proyectan a 11,4 mil millones en 2017,

[231] La proyección de Lux Research del mercado nanotecnológico hacia 2015 fue la más alta de todas las estimaciones realizadas. Las grandes cifras causaron cierto debate sobre si era el valor de la nanotecnología o el valor del producto lo que debía usarse. Un ejemplo muy citado fue que, en algunos análisis, la adición de una pintura antirayado basada en nanotecnología a un automóvil daría como resultado que todo el valor del automóvil se agregara a la columna "mercado de la nanotecnología", mientras que en otros sería sólo el valor de las nanopartículas utilizadas. Así, y teniendo en cuenta la dificultad de cuantificar la industria de la nanotecnología, las diferencias de las cifras de mercado estimadas tienen su explicación en este hecho (Harper, 2015).

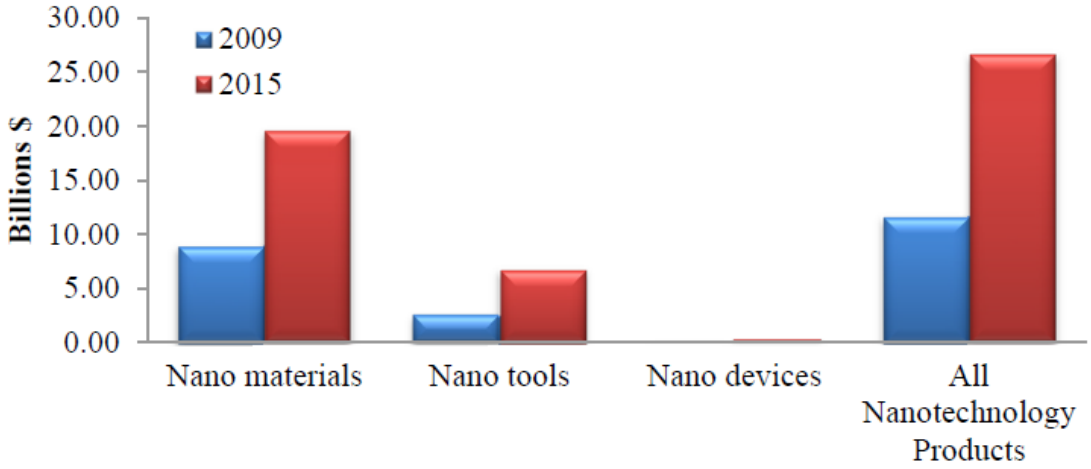
[232] La cadena de valor de la nanotecnología según Lux Research se clasifica en: Nanomateriales; Nanointermediarios; Productos Finales o Nanoproductos; Nanoherramientas.

mientras que los nanodispositivos totalizaron 45,3 millones de dólares en 2012 y se proyectan a 176,2 millones en 2017 (*BBC Research*, 2012). El siguiente gráfico, expresado en millones de dólares, ilustra los datos mencionados:



Fuente: BBC Research, 2012.

En la misma línea, otro estudio proyectó ventas para los nanomateriales por un valor de 9 mil millones de dólares en 2009 y 19.6 mil millones en 2015; para nanoherramientas 2.6 mil millones en 2009 y 6.8 mil millones en 2015; y para nanodispositivos 31 millones en 2009 y 233.7 millones en 2015. En total, los productos nanotecnológicos alcanzaron los 11.7 mil millones de dólares en 2009 y los 26.7 mil millones en 2015 (Yaghmaei et al., 2015):



Fuente: Yaghmaei et al., 2015. Pág. 77.

Otro informe de BBC Research valuó el mercado global nanotecnológico en 2016 en 39,2 mil millones de dólares, estimando que alcance los 90,5 mil millones de dólares hacia 2021 (BBC Research, 2016), mientras que un informe de Research and Markets, estimó que el mercado mundial de nanotecnología superaría los 125 mil millones de dólares en 2024, donde las tres aplicaciones principales de la nanotecnología serían la electrónica, la energía y la biomédica, que juntas representarían más del 70% del mercado mundial de nanotecnología. Por su parte, el mercado global de aplicaciones de defensa para nanotecnología se valoró en casi 3 mil millones de dólares en 2017 y las aplicaciones de la industria automotriz capturaron casi el 5% del mercado mundial de nanotecnología (Cision, 2018). Según el último estudio de investigación de Research and Markets, “Global Nanotechnology Market Outlook 2024”, donde los analistas interpretaron las tendencias y desarrollos clave del mercado, la industria de la salud es uno de los sectores más grandes donde la nanotecnología logró grandes avances en su aplicación para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades del corazón, etc. (Research and Markets, s/f).

En cuanto a las regiones líderes, según una estimación apoyada en una encuesta directa dirigida a la industria, los ingresos por productos que incorporan

nanotecnología en el mundo alcanzaron los 1.014 mil millones en 2013, con el 31.8% de esa cantidad en Europa, el 31.3% en Estados Unidos, el 30.5% en Asia y el 6,4% en el resto del mundo. Los principales sectores identificados fueron los materiales con 59%, electrónica y tecnología de la información con 29%, salud y ciencias de la vida con 10% y energía y medio ambiente con un 2% (Roco, 2017).

Según Harper (2015), en términos generales, las mayores contribuciones económicas de la nanotecnología provienen de los materiales –340 mil millones de dólares aproximadamente–, productos electrónicos –300 mil millones de dólares–, productos farmacéuticos –180 mil millones de dólares-, productos químicos –100 mil millones de dólares–, transporte –70 mil millones de dólares– y productos que ayudan a mejorar la sostenibilidad –100 mil millones de dólares– (Harper, 2015).

En este sentido, veamos algunas estimaciones segmentadas para el mercado de nanotecnología. Por ejemplo, según *BBC Research,* el mercado global de productos de nanobiotecnología fue de 19,3 mil millones de dólares en 2010, previéndose que alcance los 29,7 mil millones para 2015 (*BBC Research*, 2011). El mercado global relacionado con la nanotecnología en aplicaciones energéticas se valuó en casi 8,8 mil millones de dólares en 2012, con una estimación de alcanzar los 15 mil millones en 2017 (*BBC Research*, 2013). El mercado global de nanodispositivos y nanomáquinas debería crecer 736,1 millones de dólares en 2018 a 1,3 mil millones en 2023 y luego a 2,7 mil millones en 2028 (*BBC Research*, 2018a). Por su parte, el mercado global de MEMS y nanosensores se valuó en 14,7 mil millones en 2017, previendo alcanzar los 25,6 mil millones para 2022 (*BBC Research*, 2018b).

La nanomedicina fue identificada por distintas consultoras como un segmento con grandes posibilidades de crecimiento en lo que respecta al mercado –estimado en 1,5 billones de dólares para el 2015 según Científica–.[233] Según las estimaciones de *BBC Research*, el mercado mundial para la nanomedicina en 2016 se valuó en

[233] La nanomedicina incluye varias áreas de aplicación, como sistemas de administración de fármacos, medicamentos y terapias, imágenes in vivo, diagnósticos in vitro, biomateriales e implantes activos.

134,4 mil millones de dólares y en 2017 en 151,9 mil millones, proyectando alcanzar los 293,1 mil millones para 2022 (*BBC Research*, 2017).

4. Empresas de nanotecnología

Luego de haber presentado algunos datos para dimensionar los montos de inversión en NyN, datos sobre patentes y algunas cifras correspondientes al mercado nanotecnológico global, veamos a los actores que intervienen en el ciclo tecnológico global de la nanotecnología.

Según el *Nanovip International Nanotechnology Business Directory* se identificaron 1.608 empresas de nanotecnología a noviembre de 2008 (Palmberg et al., 2009: 23). Por su parte, según el *National Institute of Standards and Technology* de Estados Unidos, hacia 2003 se calculaban cerca de 1.700 compañías nanotecnológicas a escala mundial, de las cuales 1.200 se identificaban como empresas nuevas (Baker y Aston, 2005), mientras que, según datos de la *NanoBusiness Alliance*, para ese mismo año había entre 1.100 y l.500 empresas de nanotecnología a nivel mundial, de las cuales el 75% tenía sede en Estados Unidos (Roco, 2004). Asimismo, para 2003, todas las compañías con una mayor facturación de capital pertenecían a Estados Unidos, como Immunicon (86, 2 millones de dólares de capital), Quantum Dot (44,5 millones), Surface Logix (38 millones), Genicon Sciences (34 millones), PicoLiter (27 millones), US Genomics (27 millones), Nanosphere (23,5 millones), Advino Biosciences (15 millones), Ferx (15 millones) y Nanogram Devices (9.2 millones) (Paull et al., 2003).

Algunos ejemplos de empresas y sus productos incluyen a la estadunidense Industrial NanoTech, que tiene patentado el nanocompuesto aislante Nansulate, que cumple diversas funciones, como el incrementar la capacidad de aislamiento térmico, al tiempo de ser anticorrosivo y funguicida (INI, s/f). Esta empresa, creada en 2005, factura anualmente alrededor de 4,1 millones de dólares. Las empresas Clariant de Suiza y Schoeller de Alemania, desarrollaron en conjunto el NanoSphere, un producto que consiste en nanoesferas que pueden agregarse mediante un baño a los textiles, dando un efecto autolimpiante, repelente al agua,

resistente a la abrasión y mejorando el desempeño al lavarse (Nanowerk News, 2008). Otro ejemplo es el aditivo Nanoprene, que la multinacional alemana Lanxess incorpora a la llanta de los automóviles para darle mayor durabilidad. En este caso las mismas materias primas trabajadas en nanoescala resultan en un producto más resistente. En 2016, los ingresos anuales generados por Lanxess alcanzaron los 7.669 millones de euros (Nanotechnology Now, 2008). Por su parte, la multinacional alemana Bayer desarrolló un envase para el empaquetamiento de alimentos. Este envase, el Durethan, protege el alimento de la humedad, de que se seque y del oxígeno, dándole mayor seguridad y vida útil al alimento, sustituyendo así los antiguos envases (Bayer, s/f). La facturación total de la farmacéutica para 2018 alcanzó los 39.586 mil millones de euros. Es importante aclarar que la facturación de Lanxess y de Bayer incluye su producción total, no solamente la vinculada a la nanotecnología. Otros ejemplos son Zyvex, que surgió en 1997 en Estados Unidos y se especializa en el desarrollo de nanomateriales para varios sectores industriales (con una facturación estimada en 3,4 millones de dólares) (Zyvex, 2019) y Nanotex, que abrió sus puertas en 1998 también en Estados Unidos, y manufactura textiles con propiedades físico-químicas similares al manto de algunos animales, lo cual les permite repeler polvos y humedades (con una facturación estimada en 3,1 millones de dólares) (Nanotex, 2019).

Otras empresas con desarrollos en nanotecnología son la estadounidense Carbon Nanotechnologies, fundada en el 2000, que está produciendo nanotubos de carbono para desarrollar medicamentos y otros productos médicos; SK, la tercera productora de combustible más grande de Corea del Sur, que creó un material para baterías de ion-litio que mejora el almacenaje de energía en automóviles híbridos; Accelrys, de Estados Unidos, que es una de las empresas líderes en producción de software para graficar estructuras moleculares en la nanoescala y es proveedora de los centros de investigación en la materia (con una facturación anual aproximada de 155 millones de dólares); Albany Molecular, empresa estadounidense dedicada a la nanomedicina y orientada a la fabricación de medicamentos (con una facturación anual aproximada de 276,6 millones de dólares en 2014); Altair, también de Estados Unidos, que produce nanopartículas de dióxido de titanio que se utilizan en células

fotovoltaicas, baterías, productos sanitizantes y pinturas, entre otras aplicaciones (con una facturación anual aproximada de 7,8 millones de dólares en 2010); CVD Equipment Corporation (Estados Unidos), que desarrolla y fabrica componentes electrónicos y recubrimientos nanotecnológicos para aplicaciones de investigación y producción industrial; FEI Company (Estados Unidos), fabricante de microscopios utilizados para la fabricación de prototipos en nanoescala que está logrando una expansión en mercados emergentes comprando a empresas competidoras, siendo proveedora de empresas electrónicas, médicas y de fabricantes de insumos (con una facturación anual aproximada de 930 millones de dólares en 2015); Flamel Technologies, empresa francesa que está en el negocio de la medicina de la insulina y de los *nanocarriers* para transportar proteínas; Gap, empresa estadounidense que produce ropa, camisas, pantalones y trajes de baño resistentes al agua y estiramientos; y la japonesa Toshiba, que inventó un reproductor de MP3 cuya fuente de energía eran nanocélulas de combustible y sin baterías que hoy se usa para incursionar en el terreno de computadoras portátiles y teléfonos celulares (*El Economista*, 2014).

En cuanto a las PyMES o *startups* que desarrollan productos que utilizan algún tipo de nanotecnología, podemos ubicar a las estadounidenses Nanodisc, creada en 2003 en Estados Unidos, dedicada a la industria farmacéutica y de vacunas; Nanogen, fundada en 2001 en el Reino Unido, que produce cosméticos para el crecimiento de pelo y transplante de pelo; NanoHorizons, fundada en 2002 en Estados Unidos, que se dedica a la electrónica y la energía solar y fabrica aditivos de plata a nanoescala que brindan protección antimicrobiana en diversos productos de consumo, comerciales e industriales (con una facturación anual aproximada de 12,7 millones de dólares); Nanospectra Biosciences, fundada en 2002 en Estados Unidos, dedicada a la medicina, específicamente de terapias anticancerígenas (con una facturación anual aproximada de 5,2 millones de dólares); Nantero, fundada en 2001 en Estados Unidos, que desarrolla memorias y semiconductores (con una facturación anual aproximada de 123,1 millones de dólares); SanDisk, uno de los mayores proveedores mundiales de dispositivos para almacenamiento de datos, que está realizando investigaciones en la utilización nanotecnológica de grafeno;

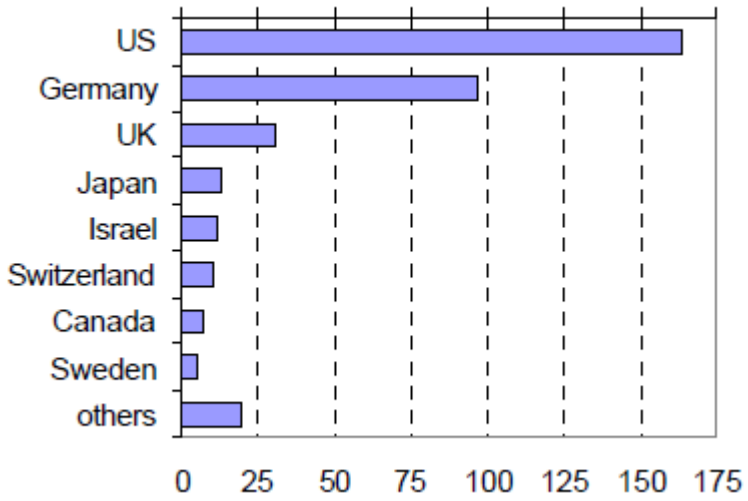
Solazyme, que utiliza nanotecnología para manipular plantaciones de caña de azúcar y algas para obtener aceite y otros derivados industriales y trabaja en alianza con Unilever y Dow; Veeco Instruments, que se dedica a los instrumentos y aparatos microscópicos atómicos que permiten mapear las propiedades mecánicas de muchos materiales a nanoescala (*El Economista*, 2014).

Según *El Economista* (2014), en Estados Unidos para el año 2005, 22 agencias gubernamentales habían destinado 1.000 millones de dólares anuales en iniciativas para atraer a grandes empresas a través de la *Nacional Nanotechnology Iniciative* (NNI). Por ejemplo, IBM e Intel en 2011 anunciaron una inversión a cinco años de 4.400 millones de dólares en un centro nanotecnológico de investigación, donde trabajan con el objetivo de crear nuevas generaciones de chips manipulando materiales a una escala entre 14 y 22 nanómetros y de planchas de silicio (*wafers*) sobre las cuales se construyen microcircuitos electrónicos que permitirían duplicar la capacidad de fabricación de chips. Otras empresas como Samsung, Global Foundries y Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporationv se sumaron a esta tendencia. Entre las empresas relacionadas con la nanotecnología, también podemos encontrar firmas con desarrollos muy importantes, pero que no representan gran parte de la facturación de esas empresas por su tamaño: Dupont –que desarrolla *nanocoatings* para uso comercial y polímeros, investigando aplicaciones nanotecnológicas militares, como nanomateriales, en alianza con el *Institute for Soldier Nanotechnologies* del Instituto Tecnológico de Massachussetts (MIT, por sus siglas en inglés)-, General Electric -que cuenta con una de las organizaciones de investigación industrial más diversificadas del mundo con innovaciones en áreas como medicina molecular, energías alternativas, nanotecnología, propulsión avanzada y tecnologías de seguridad-, 3M -que fabrica productos industriales en diferentes áreas y que se encuentra enfocada en investigaciones para mejorar el rendimiento de sus productos con aplicaciones de nanotecnología-, Hewlett-Packard, NEC y L´Oreal (*El Economista*, 2014). Por su parte, la estadounidense Lockheed Martin hace uso de la nanotecnología en cuatro áreas comerciales: aeronáutica, informática, sistemas electrónicos y sistemas espaciales. Algunos de los desarrollos que la empresa está llevando a cabo

mediante la nanotecnología incluyen nuevos compuestos más ligeros que llevarían a ahorros sustanciales de costos; nanoestructuras de carbono (materiales multifuncionales); baterías de iones de litio para reducir el peso y mejorar el rendimiento de la batería; y plataformas espaciales para evaluar el estado de vuelo del piloto, reemplazando sensores ambientales voluminosos con un sensor pequeño (OCDE, 2013: 53).

Asimismo, algunas de las empresas más grandes del mundo, como Motorola, Hewlett Packard, Lucent, Hitachi, Mitsubishi, NEC, Corning, Dow Chemical y 3M lanzaron importantes iniciativas de nanotecnología con I+D y fondos propios. Según Científica (2012: 9), algunos de los más grandes inversores en I+D estaban asignando hasta la mitad de sus presupuestos de investigación a largo plazo en nanotecnología.

Ahora bien, en cuanto al crecimiento de las empresas nanotecnológicas a través de años, Hullman (2006) sostiene que en la década de 1980 el número de empresas aumentó respecto a la década anterior, aunque el despegue tuvo lugar en la década de 1990. Por ejemplo, en 1996 se crearon unas 30 empresas de nanotecnología y llegaron a 50 en 2000, continuando desde entonces, con una tendencia creciente (Hullman, 2006: 18). El siguiente gráfico refleja a las empresas de nanotecnología en países líderes por tamaño de empresa (lo que se mide en su facturación, expresada en millones de dólares estadounidenses), cuyos datos se tomaron de una muestra de 357 empresas de una encuesta realizada por Fecht et al. (2003):



Fuente: Hullman, 2006. Pág. 19.

La mayoría de las empresas que están en Estados Unidos son de tamaño mediano, es decir, su facturación es de 10 a 500 millones de dólares estadounidenses. La mayoría de las empresas alemanas y británicas son mucho más pequeñas, con una facturación inferior a 10 millones de dólares, mientras que el pico para las empresas japonesas puede estar en 500 millones de dólares (Hullman, 2006: 19).

Nanowerk es un sitio web con varias bases de datos sobre nanotecnología, incluyendo un registro global de compañías nanotecnológicas. Las empresas se clasifican en orden alfabético según el país donde se localiza la casa matriz. Estados Unidos lidera con 1.025 empresas, le sigue Alemania con 210, el Reino Unido con 143, Japón con 54, Suiza con 46, y otros países con menor cantidad (Záyago Lau et al. 2015: 8). Sin embargo, teniendo en cuenta algunas estimaciones privadas, sólo en China existen 800 empresas en un mercado de nanotecnología valuado en aproximadamente unos 30 mil millones de dólares de facturación en el 2012 (*El Economista*, 2014). China se centra en la aplicación de nanotecnología en materiales avanzados, informática y comunicaciones, energía, protección del medio ambiente, asistencia médica y sanitaria y agricultura.

En Brasil, por su parte, se realizó una encuesta para estimar el número de empresas de nanotecnología. Setecientas empresas respondieron que la nanotecnología era

parte de su negocio. Aunque, si se observa exactamente lo que hacen las empresas, aproximadamente 163 realizan I+D en nanotecnología y la mayoría colabora con institutos y universidades nacionales de nanotecnología (OCDE, 2013: 20). En Brasil existen áreas estratégicas definidas para la nanotecnología, las cuales son: energía, medio ambiente, defensa, salud, industria aeroespacial y agroindustria. Cada una de estas áreas está vinculada al desarrollo de sectores industriales específicos. Para medio ambiente, por ejemplo, el objetivo es el desarrollo de nuevos materiales a partir de biomasa que involucren plástico, caucho y nanocompuestos. En salud, especialmente en el desarrollo de fármacos, el objetivo es aplicar la nanotecnología para el tratamiento y diagnóstico de enfermedades olvidadas y/o tropicales y otro objetivo es el desarrollo de productos de higiene, perfumería y cosméticos que apliquen nanotecnología para la fotoprotección. Otro conjunto de objetivos incluye una mayor eficiencia y calidad de los productos y procesos, así como la integración de características a través del desarrollo de sensores y dispositivos electrónicos para sectores como la industria aeroespacial, agroindustria, energía y defensa (OCDE, 2013: 20-21).

Un ejemplo de una empresa que utiliza la nanotecnología en Brasil lo constituye la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), enfocada en la industria de la agricultura y la ganadería, en la cual trabajan más de 2.000 científicos. Uno de los centros de Embrapa tiene un programa relacionado a la nanotecnología aplicada a agronegocios, que funcionó entre 2006 hasta 2014. El proyecto cubrió tres áreas: sensores y biosensores para aplicaciones en la alimentación y la agricultura; películas y revestimientos para el envasado de alimentos y el revestimiento directo de alimentos; y nuevas aplicaciones de fibras y residuos de materiales de base agrícola. Como resultado de este proyecto, se produjo nanocelulosa a partir de fibra de coco, un sensor que puede diferenciar la calidad del café o detectar la toxina de microcatina en el agua, y un nanocompuesto de celulosa/polianilina con aplicaciones antimicrobianas (OCDE, 2013: 66). Otras empresas brasileñas que utilizan la nanotecnología son Biolab, empresa farmacéutica creada en 1997, que desarrolla, fabrica y comercializa medicamentos para cardiología, reumatología, ortopedia, medicina general, pediatría, endocrinología, geriatría y dermatología y,

que en 2016, facturó alrededor de 1,25 mil millones de reales (Biolab, 2019); Nanox, creada en 2004, es una empresa que desarrolla, produce y comercializa soluciones para la industria de la nanotecnología adaptadas a las necesidades de los clientes, al contar con un equipo especializado que ofrece conocimientos técnicos, científicos y de marketing que ayudan a las empresas desde la idea inicial hasta la comercialización de productos (en 2009 la empresa facturó alrededor 1,5 millones de reales) (Nanox, 2019); Nanum Nanotecnologia, centrada en la producción de nanoestructuras de óxidos metálicos industriales y cerámicas nanoestructuradas, en 2013 facturó alrededor de 4 millones de reales (Nanum, 2019).

En México, por su parte, Záyago Lau y Foladori (2010) ubican 23 firmas, recopiladas hasta abril de 2009, que utilizan insumos nanotecnológicos o que los obtienen mediante síntesis en sus laboratorios. Según los autores, la gran mayoría utiliza como insumo nanopartículas, sea producido por estas empresas o adquirido por un proveedor determinado. Sin embargo, desde 2012 México levanta, por solicitud de la OCDE, una encuesta específica en empresas que trabajan con nanotecnología. Ese año la encuesta 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. El 82% de estas empresas están ubicadas en cuatro estados de México: Nuevo León, Estado de México, Ciudad de México y Jalisco (Appelbaum et al. 2016). No obstante, 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, Whirpool, entre otras. De esta forma, en México, algunas empresas destacables son: Graphenemex, creada en 2016, que busca desarrollar soluciones para aplicaciones de grafeno listas para el mercado, produciendo materiales de grafeno específicos para cumplir con los requisitos de cada desarrollo (Graphenemex, 2019); Grupo Kuo, un conglomerado de negocios creado en 1973, que tiene tres líneas de productos en nanotecnología, tales como, aditivos para polímeros, compuestos plásticos a base de nanomateriales y nanomateriales con propiedades especiales,

como la liberación controlada (Grupo Kuo, 2019); Nano Soluciones, dedicada a la fabricación de nanocompuestos que pueden ser fabricados de cualquier tipo de nanopartículas, tales como nanoarcillas, nanotubos de carbono, óxidos metálicos o una mezcla de ellas, siempre y cuando les permita mejorar las propiedades físicas como conductividad eléctrica, térmica, barrera a gases, resistencia a la flama, propiedades antimicrobianas, propiedades mecánicas y ópticas, entre otras (Nano Soluciones, 2019).

Entrevistas

Aiello, Pablo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 29 de noviembre de 2017.

Álvarez, Juan Manuel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 6 de julio de 2018.

Álvarez, Vera. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 12 de julio de 2017.

Abraham, Gustavo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 25 de agosto de 2017.

Amalvy, Javier. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 26 de junio de 2017.

Amitrano, Mario. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 30 de mayo 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.

Bianco, Ismael. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 2 de agosto de 2017.

Bronstein, Leandro. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 24 de mayo de 2017.

Cairó, Fabián. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 7 de junio de 2017.

Calvo, Ernesto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 8 de septiembre de 2017.

Castillo, Gonzalo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 14 de junio de 2017.

Castro, Pablo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 19 de junio de 2017.

Cechet, Silvio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 19 de julio de 2017.

Chevalier, Alberto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 6 de marzo de 2018.

Cipollone, Mariano. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 8 de septiembre de 2017.

Comerci, Diego. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 13 de julio de 2017.

Da Silva, Lelio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 8 de septiembre de 2017.

Della Barca, Arturo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 23 de octubre de 2017.

De Micheli, Raúl. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 15 de septiembre de 2017.

Díaz, Martín. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 19 de junio de 2017.

Elvira, Gustavo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 12 de octubre de 2017.

Enriquez, Graciela. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 5 de junio de 2017.

Entrevistado/a A. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 14 de agosto de 2017.

Entrevistado/a B. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 30 de mayo de 2018.

Fleischman, Hana. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 2 de octubre de 2017.

Fraigi, Liliana. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 4 de octubre de 2017.

García Molinari, Edgardo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 31 de mayo de 2017.

Gigena Seeber, Carlos. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 14 de junio de 2017.

Gonella, Teresa. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 15 de junio de 2017.

Hermida, Laura. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 5 de julio de 2017.

Iñon, Fernando. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 11 de julio de 2017.

Lamagna, Alberto. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 6 de junio de 2018.

Laurenza, Julio. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 8 de junio de 2017.

Litter, Marta. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 26 de julio de 2017.

Llois, Ana María. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 26 de julio de 2017.

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.

Marino, Patricia. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 14 de julio de 2017.

Miguez, Daniel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 7 de junio de 2017.

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.

Peirano, Fernando. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 16 de junio de 2017.

Poleri, Andrés. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 27 de abril de 2017.

Ranieri, Pablo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 22 de mayo 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.

Schale, Ariel. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 1 de agosto de 2017.

Sirkin, Hugo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 22 de junio de 2017.

Siso, Gustavo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 9 de agosto de 2017.

Soler Illia, Galo. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 14 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.

Torres Sánchez, Rosa. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 3 de julio de 2017.

Trupia, Gabriela. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 4 de diciembre de 2016.

Vázquez, Analía. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 21 de julio de 2017.

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.

Viqueira, Javier. Entrevista realizada por Sofya Surtayeva. Buenos Aires, 1 de junio de 2017.