

Cambio tecnológico y capacidades políticas e institucionales: *La trayectoria de la Fundación Argentina de Nanotecnología*

*Technological change and political and institutional capacities:
The trajectory of the Argentine Foundation of Nanotechnology*

Por Sofya Surtayeva* y Diego Hurtado**

Fecha de Recepción: 31 de enero de 2019.

Fecha de Aceptación: 04 de abril de 2019.

RESUMEN

El problema del cambio tecnológico y de las políticas necesarias para impulsarlo es una debilidad crucial y persistente en América Latina. En este contexto, generar las condiciones para que la nanotecnología pueda mejorar el desempeño del sector productivo se presenta como un complejo desafío para los países de la región. En este artículo de investigación se analiza la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina en el período 2003-2018, incluyendo como estudio de caso el desempeño de la Fundación Argentina de Nanotecnología. En especial, este artículo se centra en las sucesivas reformulaciones de las políticas de nanotecnología y en las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de la tecnología para cumplir con los objetivos explicitados. Luego

de evaluar el impacto de estas iniciativas sobre el sector productivo, se concluye que las sucesivas políticas implementadas hasta la fecha impactaron en: (i) la difusión de la nanotecnología a nivel cultural; y (ii) la producción de un conjunto heterogéneo de casos testigo a nivel empresarial. El principal objetivo centrado en mejorar la competitividad de la economía se mantiene fuera del alcance de las capacidades vigentes a la fecha.

Palabras clave: *Fundación Argentina de Nanotecnología, Nanotecnología, Políticas Tecnológicas.*

ABSTRACT

The issue of technological change and the policies which are needed to promote it represent a crucial and persistent weakness in

* Licenciada en Comercio Internacional por la Universidad Nacional de Quilmes. Maestranda en Ciencia, Tecnología y Sociedad y Doctoranda en Ciencias Sociales y Humanas en la Universidad Nacional de Quilmes. Correo electrónico: sofya.surtayeva@gmail.com

** Profesor Titular de Historia de la ciencia y la tecnología en la Escuela de Humanidades de la Universidad Nacional de San Martín. Correo electrónico: dhurtado@unsam.edu.ar

Latin America. In this context, to build the conditions for improving the productive sector performance through nanotechnology appears as a hard challenge for Latin American countries. This paper analyzes the trajectory of nanotechnology in Argentina during the period 2003-2018, including the performance of the Argentine Nanotechnology Foundation as a case study. In particular, we focus on successive reformulations of nanotechnology policies and the organizational and institutional capabilities in technology management to meet the explicit goals. After evaluating the impact of these initiatives on the productive sector, it is concluded that the successive policies implemented up to date have impacted on: (i) the dissemination of nanotechnology at a cultural level; and (ii) the production of a heterogeneous set of witness cases. The main goal focused on improving the competitiveness of the economy remains outside the scope of available capacities up to date.

Keywords: *Argentine Foundation of Nanotechnology, Nanotechnology, Technology Policies.*

Introducción

El problema del cambio tecnológico y de las políticas necesarias para impulsarlo integra la lista de problemas cruciales y persistentes para los países no centrales. América Latina presenta una historia accidentada en esta temática —que acompaña su sinuosa historia de inestabilidades políticas y económicas—,¹ especialmente aquellos países de la región que podríamos llamar semiindustrializados como la Argentina, Brasil o México.

Al presente, desde el amplio rango de perspectivas de análisis que asumen el impacto negativo que, desde la segunda mitad

de la década de 1970, tuvo sobre la región el proyecto de globalización neoliberal —el Consenso de Washington y el post-Consenso de Washington—, existen algunos acuerdos básicos respecto del encuadre que debe darse al problema del cambio tecnológico. En el centro de estos acuerdos se sitúa la necesidad de un Estado activo y, para el caso de economías no centrales, el tipo de capacidades y de políticas². Sin embargo, este postulado genérico deja espacio para divergencias importantes en relación con estrategias para definir senderos específicos capaces de desencadenar procesos de aprendizaje, acumulación de conocimiento, escalamiento, acortamiento de la brecha, difusión, causación acumulativa o *feedback* positivos, entre otros³.

En este escenario complejo y multidimensional, nos interesa discutir un problema específico crucial que enfrentan países como la Argentina que, en términos generales, podríamos formular con un interrogante: ¿cómo se relacionan las capacidades organizacionales e institucionales con la generación de condiciones de posibilidad para el acceso a las tecnologías de frontera? Un equívoco especialmente persistente en el marco de este interrogante es suponer que existen “ventanas de oportunidad” que se abrirían en los períodos de cambio de paradigmas tecnológicos a escala global, procesos que tienen su epicentro en las economías centrales. A modo de ejemplo, puede citarse un texto reciente del CEPAL, donde se afirma que, contrastando con la estrategia de los países desarrollados, donde “las acciones de política apuntan a coordinar

1 A modo de ejemplo de problemáticas relacionadas con el cambio tecnológico en América Latina, pueden verse: Sabato (2011 [1974]); Arocena y Sutz (2000).

2 Sobre el papel del Estado, puede verse: Evans (1995); Amsden (2001); Mazzucato (2013). Para una revisión actualizada de la noción de “Estado desarrollista”, ver: Thurbon y Weiss (2016).

3 Puede verse: Di Maio (2009); Robert y Yo-guel (2010); Lavarello (2017).

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).

El presente trabajo se propone enfocar estas cuestiones tomando como ejemplo la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina en el período 2003-2018, incluyendo como estudio de caso el desempeño de una institución central de este sector –la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN)–, para poner en evidencia los condicionantes que enfrentan las economías semiindustrializadas durante “los períodos de transición entre los viejos y nuevos paradigmas”. En especial, el trabajo se centra en el análisis de las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de la tecnología para cumplir con los objetivos explicitados en la política de nanotecnología.

Los inicios de la nanotecnología en la Argentina

Bajo el liderazgo de los Estados Unidos, las economías centrales durante la década de 1990 asumieron la nanotecnología como potencial tecnología de propósito general (TPG)⁴. Esta orientación marcó un salto de

escala en el financiamiento de esta nueva tecnología en las economías centrales como sector emergente del conocimiento (Motoyama *et al.*, 2011; Appelbaum *et al.*, 2011).⁵ Detrás de esta tendencia, las primeras iniciativas de promoción de la nanotecnología en América Latina comienzan a ser impulsadas por algunos organismos internacionales, como el Banco Mundial, desde finales de la década de 1990 (Foladori *et al.*, 2008).

En América Latina, la mayor parte de las actividades en nanotecnología se concentran en Brasil, Chile, México y la Argentina. Sin embargo, si bien en la retórica oficial de estos países se justifica la necesidad de invertir en nanotecnología por el impacto que produciría en la mejora de la competitividad de sus economías en el corto plazo –matriz de argumentación que podemos llamar “retórica de la competitividad”–, la evolución de las políticas de nanotecnología en la región incluyó componentes importantes de integración subordinada, a través de agendas y proyectos de colaboración, a las redes académicas de nanotecnología de las economías centrales (Del-

innovación que incrementan en el tiempo la eficiencia con la cual la función genérica es realizada”; y (iii) presenta lo que podría llamarse “complementariedad innovativa”.

- 5 A modo de ejemplo, en agosto de 2000, en los Estados Unidos se formaliza la National Nanotechnology Initiative como parte del diseño de una red compleja de organizaciones donde intervienen múltiples agencias, que fue acompañada por financiamiento público creciente (NNI, 2006: 29-30). Los fondos pasaron de 255 millones de dólares en 1999, a 464 millones en 2001 y a 1781 millones en 2010, “una de las mayores inversiones del gobierno [norteamericano] en tecnología desde el programa Apollo” (Motoyama *et al.*, 2011: 110).

4 Rosenberg y Trajtenberg (2004: 65) explican qué es una tecnología de propósito general: (i) 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”; (ii) “exhibe un gran dinamismo tecnológico: esfuerzos de

gado, 2007: 173; Foladori e Invernizzi, 2013: 37).⁶

Como consecuencia de la crisis terminal de 2001, en la Argentina la nanotecnología se incorporó a la agenda de políticas públicas recién en 2004 –algunos años más tarde que en Brasil, Chile o México– a través del llamado Programa de Áreas de Vacancia (PAV) impulsado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) dependiente de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT). Para suplir la ausencia de diagnósticos y estudios prospectivos, la ANPCyT organizó un “Taller sobre las Nanociencias y las Nanotecnologías en la Argentina” del cual se infirió la necesidad de crear redes de investigación en nanotecnología y nanociencias. Con un sesgo hacia la nanociencia, el PAV financió la creación de las cuatro primeras redes de investigación sin vinculación con demandas sociales o productivas (Andrini y Figueroa, 2008; PAV: 2004a; PAV: 2004b; Vila Seoane, 2011).

En paralelo, otra iniciativa para impulsar la nanotecnología provino de un grupo del Instituto Balseiro, que proponía montar un laboratorio limpio⁷. Liderada por Francisco de la Cruz, referente del Laboratorio de Bajas Temperaturas del Centro Atómico Bariloche, la demanda fue dirigida al entonces titular del Ministerio de Economía y Producción (MinEyP), Roberto Lavagna. A fines de 2004, en el marco del 40° Coloquio Anual del Instituto para el Desarrollo Empresario Argentino (IDEA), Lavagna anunció el lanzamiento de

un plan de desarrollo de la nanotecnología a partir de una asociación con la empresa multinacional Lucent Technologies (ex Bell Laboratories). Esta asociación se concretaba a través de un tecnólogo argentino que trabajaba en la empresa norteamericana y haría posible, se sostenía, la fabricación en el país de semiconductores y chips (*Página/12*, 2004). Lavagna explicaba que “Lucent Technologies aceptó con mucho entusiasmo la invitación del MinEyP” y que las principales áreas de aplicación serían la medicina, la industria automotriz, los bienes de capital, óptica, las comunicaciones y la informática (IDEA, 2004; *La Capital*, 2004).

Finalmente, en abril de 2005, el MinEyP creaba por decreto 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 Lucent⁸. El Directorio estaba presidido por el secretario de Industria, Comercio y PyME, Miguel Peirano, e integrado por representantes de la CNEA y de Lucent (*El Litoral*, 2005a). Con esta iniciativa, a través del MinEyP, el Estado se comprometía a participar activamente en la promoción de micro y nanotecnología⁹. Según el decreto, el objetivo de la FAN sería “sentar las bases y promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica” en el país y alcanzar “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

6 Sobre el impulso de la nanotecnología en América Latina, puede verse: Foladori et al. (2012); Invernizzi et al. (2014) y Foladori (2016).

7 El Instituto Balseiro está ubicado en la ciudad patagónica de San Carlos de Bariloche y depende de la CNEA y de la Universidad Nacional de Cuyo.

8 Decreto 380, Boletín Oficial 30.643 del 29 de abril de 2005 con las firmas del presidente Néstor Kirchner y los ministros Alberto Fernández, Roberto Lavagna y Daniel Filmus.

9 Si bien se suele hablar de la “Fundación Argentina de Nanotecnología”, su nombre formal es “Fundación Argentina de Micro y Nanotecnología”.

argentino aportaba la suma de 12.000 pesos en efectivo –aproximadamente 4.100 dólares– y comprometía 10 millones de dólares para ejecutar durante los primeros cinco años de funcionamiento de la entidad.

El director regional de ventas de Lucent para la región, el ingeniero argentino Javier Rodríguez Falcón, explicaba en una entrevista: “El objetivo es que el diseño de las nanotecnologías se realice aquí [en la Argentina] y, luego, las aplicaciones se fabriquen en los cuartos limpios de Nueva Jersey”. Y agregaba: “Las aplicaciones se verán en cinco o diez años” (*EnerNews*, 2005). Al interior de la FAN se debatió en torno a si la Argentina sólo debía contar con instalaciones para la caracterización de nanodispositivos que se fabricarían en Lucent o si también debería invertir en instalaciones para manufactura. Los partidarios de esta última opción se reunieron con Lavagna para solicitar 10 millones de dólares adicionales, que finalmente no fueron autorizados¹⁰.

Creada la FAN, la Comisión directiva de la Asociación Física Argentina (AFA) cuestionó “los procedimientos utilizados”, que no eran los previstos por la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación¹¹, y 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), por solicitud de la AFA, se centró en los aspectos éticos del decreto de creación de la FAN en relación con la gestión y uso de fondos públicos (CECTE, 2005).

En paralelo, la diputada Lilia Puig de Sturbrin, 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 SECyT¹². La diputada presentó un proyecto que cuestionaba la magnitud de los fondos, sostenía que se le otorgaba a la FAN un amplio margen de maniobra y solicitaba un informe al Poder Ejecutivo Nacional (*El Litoral*, 2005b). Como respuesta, a comienzos de junio, el Parlamento argentino elaboró un proyecto de ley que impulsaba el *Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías*. Si bien el proyecto no fue aprobado, sentó las bases para la reformulación de la política de nanotecnología (Lugones y Osycka, 2018) e instaló la caracterización de la nanotecnología como “tecnología estratégica”. En su texto afirmaba 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)¹³.

Por otro lado, en los “Fundamentos” de este proyecto de ley, se alertaba sobre los instrumentos para desarrollar nuevas áreas tecnológicas, sobre todo “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”, y se reconocía que el decreto de

10 Comunicación con Alberto Lamagna, de CNEA, 6 de julio de 2018.

11 Ley 25.467 de 2001.

12 El Decreto 380/2005 era contrario al Artículo 12 de la Ley 25.467, de creación de la ANPCyT (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

13 Artículo 3.

creación de la FAN "no ha sido fundamentado con ningún estudio que demuestre que esa es la mejor estrategia". Este documento también explicaba que hacía falta "una decisión política de muy largo plazo" que permitiera decidir "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" (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

En este punto, los autores del documento parecen advertir la incongruencia que se presentaba entre las promesas explícitas y la ausencia de condiciones concretas del escenario local. Sin embargo, el mismo documento seguidamente enfatizaba 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 explicaba que, en el contexto de las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea, se había alcanzado "el compromiso de los investigadores europeos a iniciar proyectos colaborativos (STREPS) entre la Argentina y la Comunidad Europea" (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

De esta forma, a pesar de las prevenciones y las apelaciones a la competitividad de la economía local, se terminaba retornando a una lógica de concepción internacionalista – semejante a la que se había adoptado con el PAV– centrada en la integración subordinada a centros de I+D de países centrales. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del Sexto Programa Marco era "contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación", se hace difícil comprender cómo esta estrategia podría favorecer la competitividad de la economía argentina (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

A fines de 2006, 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)*¹⁴. A partir de este momento, la nanotecnología es configurada como una "tecnología estratégica". La característica distintiva de los PAE fue que la financiación se orientaría hacia la generación de conocimiento, pero también se incluirían proyectos que busquen generar soluciones a problemas sociales y productivos concretos, a diferencia del PAV que se orientaba únicamente hacia la generación de conocimiento. Para ello, los proyectos debían ser presentados por una "Asociación" constituida por al menos tres entidades públicas o privadas sin fines de lucro dedicadas a 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, aunque 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 (PAE, 2006a)¹⁵.

A través del PAE fueron financiados dos proyectos de nanotecnología. En el primero participaron la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEN) de la UBA, el CONICET y la CNEA, por el sector público, y las empresas INVAR, Nanotek, Darmex y B&W de implantes dentales. Este proyecto recibió alrededor de 9 millones de pesos –alrededor de 3 millones de dólares– y derivó

14 Este plan, incluía a la nanotecnología en varias áreas definidas como "estratégicas" (SE-CyT, 2006: 17).

15 La financiación por proyecto era de cuatro años y el monto máximo no podía exceder los \$30.000 por proyecto, aproximadamente 10 mil dólares (PAE, 2006a: 5).

en la creación del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN). En el otro proyecto participaron 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. Este proyecto recibió un monto de 6,2 millones de pesos –poco más de 2 millones de dólares– y se titulaba “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” (PAE, 2006b).

El CINN se creó en 2008 como un centro virtual, con el objetivo de consolidar I+D en nanotecnología a través de la modernización de laboratorios y equipamientos, el establecimiento de vínculos con empresas de alta tecnología y la formación de profesionales. En este proyecto se realizó una cuantiosa inversión en equipamiento e infraestructura (Salvarezza, 2011: 19; Bar, 2007). El CINN involucró alrededor de 100 investigadores y un número importante de becarios e impulsó una red de colaboración científica interdisciplinaria con esfuerzos concentrados en la formación de recursos humanos (Vela y Toledo, 2013: 21-22).

Por su parte, el nodo Nanotec, orientado al desarrollo de capacidades locales para la generación de micro y nanodispositivos, dio lugar a la creación del Instituto de Diseño en Micro y Nano Electrónica (IDME), que declaraba que en su estructura colaboraban 14 empresas y cuatro cámaras industriales. El IDME se centraba en el establecimiento en el país de actividades de diseño de circuitos integrados bajo contrato con empresas o instituciones y se proponía servir como base para el desarrollo de especialistas y PyMEs proveedoras de equipamiento electrónico y/o partes para otras industrias. Los primeros re-

cursos económicos para la puesta en marcha del IDME fueron aportados por el INTI y el posterior financiamiento de la ANPCyT fue destinado hacia la ampliación de infraestructura y equipos para los laboratorios de diseño y testeo (*iProfesional*, 2009)¹⁶.

A fines de 2007, con la creación del MIN-CyT, se esperaba dar un salto cualitativo en las capacidades para el diseño y aplicación de políticas para el sector. El químico Lino Barañao, hasta ese momento presidente de la ANPCyT, fue designado como ministro y la FAN pasó a depender del nuevo ministerio. En términos generales, hasta el 2008, de acuerdo con la ANPCyT, se habían financiado 163 proyectos en nanotecnología por un monto total de poco más de 56 millones de pesos –alrededor de 18 millones de dólares–, de los cuales 132 pertenecían a la convocatoria de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT), de baja escala de financiamiento –alrededor de 7 millones de dólares en total– para proyectos que no exigían vinculación con el sector privado. Otro tanto se correspondía con el PAE, el PAV, los Proyectos de Modernización de Equipamiento (PME) –7 proyectos financiados con alrededor de 6 millones y medio de pesos–, 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).

Un salto cualitativo se produjo en 2010, con la presentación de los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) de la ANPCyT, que iban a destinar 13 millones de dólares a financiar proyectos orientados a generar plataformas tecnológicas o espacios para promover la innovación en el sector nanotecnológico en

16 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.

tres áreas: nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores –con un tope máximo de hasta poco más de 30 millones de pesos en aportes no reintegrables por proyecto– en el componente Fondo Sectorial de Nanotecnología (FS Nano, 2010). La condición novedosa de este programa era que sólo podían aplicar “consorcios asociativos 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 (Lengyel *et al.*, 2014: 4-5).

Si bien no nos enfocamos en el impacto del FONARSEC, para los fines de nuestro trabajo es importante señalar que se enmarcó en el plan *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015* (MINCyT, 2012). Este Plan se estructuró a partir de la caracterización de la nanotecnología, la biotecnología y las TICs como tecnologías de propósito general (TPG) (MINCyT, 2012: 41). La noción de TPG resignificó la noción de “tecnología estratégica” que venían aplicando los actores responsables de diseñar las políticas de nanotecnología.

El *Plan Argentina Innovadora 2020* explicaba 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 esta forma, el plan definía 34 núcleos socioproductivo-estratégicos (NSPE), de los cuales “Autopartes”, “Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado”, “Componentes electrónicos”, “Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina” incluían explícitamente nanotecnología (MINCyT, 2012: 65, 67). Si bien el *Plan* contempló la articulación al interior del sector

público, en la práctica fue notoria la falta de coordinación básica en este sentido.

Primera etapa de la FAN

Vimos que a partir de la demanda inicial de un grupo de investigadores del Instituto Balseiro, funcionarios del MinEyP decidieron que la nanotecnología debía integrarse a la agenda pública de este ministerio. Así, en abril de 2005, se creó por decreto la FAN con el objetivo explícito de alcanzar “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”¹⁷. El mismo decreto explicita que la FAN dispone, para los primeros cinco años, de 10 millones de dólares (en pesos equivalentes) aportados por el Estado. El químico Roberto Fernández Prini, investigador de CONICET con lugar de trabajo en la FCEN de la UBA y consultor de CNEA, fue nombrado su primer presidente.

Un funcionario del MinEyP relaciona la creación de la FAN con el objetivo de “modificar la naturaleza de la inserción de la Argentina en el comercio mundial” y razona que la estrategia planteaba “en qué medida podemos trabajar en convertirnos en productores de tecnologías intermedias” con el foco puesto en América Latina y África como mercados posibles. Las áreas seleccionadas fueron *software*, energía nuclear, biotecnología y nanotecnología. “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”, explica este funcionario¹⁸.

17 Decreto 380 de 2005. Sobre la caracterización del perfil de la FAN, puede verse: Spivak *et al.* (2012) y Hubert (2014).

18 Entrevista con Oscar Tangelson, 17 de abril de 2018. El entrevistado fue secretario de Po-

Mientras se avanzaba en el esbozo de un sistema de promoción, la FAN se dedicó a otorgar algunos premios y promover algunos encuentros. Sin embargo, a los pocos meses de su creación, a fines de 2005, Lavagna fue reemplazado por Felisa Miceli al frente del MinEyP. La nueva ministra nombró a la socióloga Lidia Rodríguez, experta en planeamiento estratégico y análisis organizacional, como asesora para el área de nanotecnología, quien recomendó formalizar la creación de un Consejo Asesor de la FAN¹⁹. En ese momento se abandonan los vínculos con la trasnacional Lucent.

En agosto de 2006, mientras se intenta encontrar un rumbo para la FAN, se abre el primer concurso para el financiamiento de proyectos en nanotecnología. 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, mientras que la contraparte debía hacerse cargo de la inversión correspondiente. La convocatoria incluía empresas, instituciones públicas y grupos de investigación. Se financiarían los proyectos que se propusieran finalizar con un producto o proceso de micro o nanotecnología para ser comercializado en el mercado nacional o internacional, que incluyeran planes de negocios que mostraran la factibilidad de las iniciativas y/o la posibilidad de patentar (*Clarín*, 2006; Andrini y Figueroa, 2008).

Según Rodríguez, la financiación de estos proyectos por parte de la FAN contribuiría a que se autofinanciara a través de las regalías

por parte de las empresas participantes. Por esta razón, ya desde esta primera experiencia la FAN se propuso que los proyectos de nanotecnología vinculados a ciencia básica –nanociencias– fueran financiados por la ANPCyT y que la FAN se encargara de “los que hacen algo concreto por el país y que lo podamos patentar”, es decir, explica Rodríguez, los que hacen “negocios desde la ciencia en el sector privado”²⁰. Se presentaron al concurso veinte ideas-proyecto y se aprobaron diez²¹. Sin embargo, sólo el proyecto de INIS-Biotech, empresa de la Fundación Instituto Leloir, logró avanzar y recibir financiamiento²². Un científico que con los años ganó protagonismo en el ámbito de la nanotecnología argentina señala como obstáculos decisivos de este período el exceso de burocracia y la escasez de empresas²³. Por su parte, un representante de una de las empresas que participó de las ideas-proyecto comenta que la convocatoria suponía que había que mostrar que el proyecto iba a ser exitoso. “Si no existe el mercado, ¿cómo

lítica Económica en el Ministerio de Economía y Producción en el periodo de creación de la FAN.

19 Este Consejo cumple la función de asesorar a la FAN para la planificación, organización y ejecución de sus actividades (Decreto 380/2005).

20 Comunicación con Lidia Rodríguez, 17 de abril de 2018.

21 Se adjudicaron los proyectos las siguientes empresas e instituciones: Darmex SA, Renacity Investment SA, Bell Export SA, Over SRL, Nanotek SA, CONICET-INTI, Fundación Instituto Leloir, Fundación Protejer, CNEA-CONAE (Andrini y Figueroa, 2008: 34-35).

22 El proyecto fue cofinanciado con el Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos y se proponía la determinación del perfil genómico de los tumores de mama en pacientes de países de la región con el objetivo de mejorar su pronóstico y tratamiento.

23 Comunicación con Ernesto Calvo, de INQUIMAE, 8 de septiembre de 2017.

voy a hacer un estudio de mercado de algo que nadie conoce?”, explica²⁴.

Debido a los numerosos obstáculos que encontró para financiar proyectos –en especial, problemas internos de gestión, que se sumaban al desconocimiento de la estructura productiva nacional, la cual apenas empezaba a conocer la nanotecnología–, la FAN parece no encontrar un rumbo durante 2006 y comienzos de 2007. Refiriéndose a “una seria polémica en la comunidad acerca de cómo se distribuirían los fondos”, un investigador del INIFTA cuenta que “la Fundación transitó toda una etapa casi congelada por esa polémica”²⁵. Por ejemplo, un debate alrededor de cómo invertir los diez millones de dólares a disposición de la FAN fue si había que utilizarlos en financiar “un gran proyecto”, como “una sala limpia con equipos para fabricar o para medir”, o bien se repartía el financiamiento en numerosos grupos y proyectos²⁶.

En este contexto de vacilaciones, un hito importante fue la organización del Congreso Nanomercosur, el primer evento de envergadura de difusión de la nanotecnología, organizado junto con el Ministerio de Economía y Producción en agosto de 2007, en Buenos Aires, bajo el título “Ciencia, Empresa y Medio Ambiente” (*Saber Cómo*, 2007). Detectar una empresa con un laboratorio es uno de los resultados de este evento que destacan los organizadores: “[...] descubrimos una empresa [Darmex] cuyo dueño tenía un laboratorio

con [...] dos investigadores financiados [...]. Era como un lujo”²⁷.

La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), en diciembre de 2007, y el paso de la FAN a su dependencia –que no contó con el consenso unánime del Consejo Asesor– no mejoraron su situación. Un miembro de la FAN plantea los interrogantes que había que responder en ese momento: “¿Cuál era el espacio institucional de la FAN? [...] ¿Qué era la Fundación? ¿Era un órgano de promoción financiera? No, no puede ser porque la Agencia es la que tiene presupuesto de algunos cientos de millones de pesos”. Hasta 2010, explica, la FAN iba a permanecer en “una situación híbrida”²⁸.

Cuando en la ANPCyT, también bajo la esfera del MINCyT, se comienzan a dar los primeros pasos en el diseño de los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), que se esperaban financiar con crédito internacional, se decidió que uno de los fondos se enfocaría en nanotecnología. Durante el período 2007-2008 se negociaron los términos con el Banco Mundial y los montos del préstamo para cada programa, y “se hicieron todas las consultorías para relevar a todos los actores claves, los laboratorios, los investigadores, si había alguna empresa”, cuenta Gabriela Trupia, entonces responsable de la Unidad de Gestión Socioambiental en la ANPCyT²⁹. En ese momento no

24 Comunicación con Horacio Tobías, de Nanotek, 10 de mayo de 2017.

25 Comunicación con Roberto Salvarezza, de INIFTA, 6 de julio de 2017.

26 Comunicación con Alberto Lamagna, de CNEA, 6 de julio de 2018.

27 Comunicación con Lidia Rodríguez, 17 de abril de 2018.

28 Comunicación con Guillermo Venturuzzi, 27 de abril de 2017. Venturuzzi se desempeña como vicepresidente de la FAN desde 2010 hasta el momento de finalización de este artículo en febrero de 2019.

29 Comunicación con Gabriela Trupia, 4 de diciembre de 2016. Entre 2012 y 2015, Trupia se desempeñó como responsable del Área de Extensión y Difusión de la FAN.

existían criterios claros que pudieran fundamentar la selección de líneas prioritarias para los FONARSEC. Para relevar la demanda se hicieron numerosas reuniones con empresarios y laboratorios públicos. Los grupos identificados no hacían nano sino microtecnología. Un/a entrevistado/a que prefirió mantener el anonimato, comenta: “¿cómo hacemos nacer desde cero una actividad altamente tecnológica que en el país no tenemos?” La FAN participó en la elaboración del documento que iba a hacer posible la convocatoria que se iba a realizar en 2010 del fondo sectorial enfocado en nanotecnología (FS Nano).

En 2008, el Consejo Asesor debatió la posible adquisición de un microscopio electrónico, con un costo estimado entre 3 y 5 millones de dólares, que finalmente no fue comprado (*El Cronista*, 2008). Un físico de CNEA y miembro del Comité Asesor comenta que entre la CNEA y el INTI habían detectado que “faltaba microscopía”. Todos los microscopistas de Bariloche habían migrado a Brasil, donde se fundaron escuelas de microscopía que eran modelo en la región. La idea era crear un Instituto de Microscopía dependiente del INTI y CNEA. El INTI aportaba el edificio, la CNEA la mitad del financiamiento del equipo –3 millones de dólares– y la FAN debía financiar el resto. Sin embargo, concluye el físico refiriéndose a la convocatoria de ideas-proyecto, “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”³⁰.

En agosto de 2009, la FAN organizó la segunda edición de los congresos Nanomercosur, otra vez en Buenos Aires, bajo el título “Oportunidades de Micro y Nanotecnología”. 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 país³¹.

Segunda etapa de la FAN

Este vacío inicial de actividades comenzó a revertirse, en 2011, cuando asume la presidencia de la FAN el ingeniero Daniel Lupi, hasta ese momento Director Ejecutivo,³² y propone reorientar las actividades hacia la divulgación y difusión de la nanotecnología a escala nacional: “[...] empezar a difundir entre los más jóvenes, avanzando y avanzando, hasta llegar al final a la industria”³³.

De esta forma, a las ediciones bianuales del Nanomercosur, se fueron sumando el programa “Nanotecnología para la Industria y la Sociedad”, el concurso “Nanotecnólogos por un día” –que se propuso difundir la nanotecnología en las escuelas de nivel secundario–, el programa “Nano U” –de actividades orientadas a estudiantes universitarios–, el programa “Nano Educación” –como plataforma virtual de capacitación en nanotecnología orientada a los docentes de niveles primarios y secundarios–, “Quién es quién en Nanotecnología en Argentina” –serie de publicaciones que incluye información sobre la FAN, sobre los grupos de investigación y sobre empresas nacionales vinculadas a la nanotecnología–, la muestra itinerante “Nano en Fotos” –presentación de imágenes tomadas con microscopios, con el objetivo de acercar la nanotecnología a la sociedad– y la presencia permanente de la FAN en la feria de ciencia y tecnología Tec-

30 Comunicación con Alberto Lamagna, de CNEA, 6 de julio de 2018.

31 Este informe técnico puede verse en FAN (2010: 121-130).

32 Lupi había dirigido el Centro de Investigación en Telecomunicaciones Electrónica e Informática del INTI entre 1995 y 2005.

33 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

nópolis, donde se expone al público conceptos básicos de la nanotecnología, sus aplicaciones y beneficios. Por su parte, la iniciativa “Nanosustentable”, aborda la difusión de riesgos e impactos potenciales de la nanotecnología en colaboración con organismos regulatorios. En este marco, se llevaron a cabo las Jornadas de Nanotecnologías y Sustentabilidad, en octubre de 2012³⁴. A estas acciones se debe sumar la membrecía permanente de la FAN en la Red José Roberto Leite de Divulgación y Formación en Nanotecnología –Red NANODYF– de alcance iberoamericano³⁵.

Con referencia a los objetivos específicos de estas actividades, el programa “Nanotecnología para la Industria y la Sociedad”, por ejemplo, estaba motivado en que “los científicos y los empresarios hablan idiomas distintos” y este programa, según el vicepresidente de la FAN, se proponía “juntarlos y que se entiendan”³⁶. Este miembro de la FAN también alude a la falta de coordinación entre el MINCYT, que “no financia capital de trabajo”, y el Ministerio de la Producción, que “financia sobre su propio universo de convocatorias”, a lo que se suma a que la FAN no había logrado interesar a funcionarios del Ministerio de Salud. Con las iniciativas de difusión y divul-

gación también “tratamos de llenar la mayor cantidad de intersticios de esta falla estatal”.

En 2011, como segunda línea de acción, detrás de la difusión y la divulgación, la FAN presenta el “Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología”, orientado a proyectos de desarrollo de productos o procesos que tomen como punto de partida ideas surgidas de trabajos científicos. La novedad era que los investigadores pueden participar como desarrolladores de sus ideas y llevarlas hasta un prototipo que mostrara su factibilidad (*Noticiastectv*, 2013). Para aquellos proyectos que lograran atravesar esta primera etapa de alto riesgo, llamada “Pre-Semilla”, y alcanzar el prototipo, el programa permitía pasar a la etapa “Semilla”, que financiaba el escalado productivo del prototipo. Mientras que los fondos Pre-Semilla no se espera que sean devueltos, los Semilla son “fondos que se espera recuperar a través de royalties, compartiendo el riesgo”, comenta el presidente de la FAN³⁷. En 2013, un informe de gestión del MINCYT señalaba se habían adjudicado fondos para la financiación de 26 proyectos Pre-Semilla por 2,7 millones de pesos (MINCYT, 2013).

Una tercera línea de acción comienza a esbozarse a partir de la construcción de un edificio para la FAN de 1600 metros cuadrados con instalaciones y equipamientos propios, ubicado en un predio cedido por la UNSAM, en la provincia de Buenos Aires, a fines de 2010. La idea era que la FAN podría sumar la incubación de empresas a sus funciones. El objetivo era orientarse al apoyo de proyectos de *spin-offs* o a microempresas fundadas *ad hoc* desde una PyME para desarrollar un producto o servicio innovador. Dos años más tarde, se formaliza el anuncio: la FAN iba a contar con espacios para la incubación de empresas, lugar

34 Algunas alusiones a estas actividades, pueden verse en: Spivak *et al.* (2012); Vila Seoane (2014); Hubert (2014; 2016).

35 La Red NANODYF se creó en diciembre de 2010 para cubrir la inexistencia de planes específicos en divulgación y formación en nanotecnología 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 (2015).

36 Comunicación con Guillermo Venturuzzi, 27 de abril de 2017.

37 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

de trabajo para testistas y tecnólogos, y laboratorios de caracterización de nanomateriales (FAN, 2012: 14; Toledo, 2013: 28). La iniciativa, posteriormente llamada “Laboratorio Nanofab”, además de la idea original de incubación de empresas sumaría el ofrecimiento de sus instalaciones como plataforma tecnológica de servicios.

Para explicar la concepción de este programa, el presidente de la FAN apela a su vínculo con la tradición de servicios a la industria del INTI y a la necesidad de optimizar la compra de equipamiento, especialmente porque se observa que varios grupos piden los mismos equipos. “Entonces, para mí la solución a eso era que algunos equipos estén a disposición de todos, cobrándole los gastos operativos”. Otro punto sensible que detectaron era la demanda de un lugar para comenzar a trabajar. Finalmente, una vez concebidas las instalaciones, se apuntaría a cobrar “los servicios operativos”³⁸. Ahora bien, el edificio se inauguró recién a fines de septiembre de 2015 y, como veremos, esta iniciativa se puso en marcha en 2016.

La FAN y la cooperación internacional

En el plan *Argentina Innovadora 2020*, el MINCYT sostiene que la cooperación internacional es concebida como “instrumento fundamental” para transformar las capacidades nacionales en CyT “en ventajas competitivas y mejoras en la calidad de vida de la sociedad”. Entre las acciones de cooperación, se menciona la participación argentina en el Séptimo Programa Marco de la UE, donde se encuadra el Programa de Cooperación al Fortalecimiento de la Competitividad de las PyMEs y Creación de Empleo en Argentina, centrado en micro y nanotecnología, que sería cofinanciado entre el MINCYT y la Unión

Europea (MINCYT, 2012: 48-49, 105). Esta plataforma, mejor conocida como Plataforma o Programa Nanopymes, firmada en junio de 2011, preveía 66 meses de funcionamiento y su objetivo era contribuir al incremento del empleo, la mejora de la competitividad y el agregado de valor a través de la introducción de micro y nanotecnología en las PyMEs. El programa definía cuatro áreas de intervención: metalmecánica, agroalimentos, salud y electrónica. Para su financiamiento, el programa contó con un presupuesto de 19,6 millones de euros, aportados en partes iguales por Argentina y la Unión Europea.

Los objetivos del programa eran ambiciosos: una campaña de “motivación y sensibilización” sobre las nanotecnologías; la capacitación en gestión empresarial para PyMEs; definición de sectores estratégicos e identificación de sus demandas; y la adquisición de equipamiento para “centros de excelencia”. El proyecto incluía, por último, una convocatoria a proyectos regionales integrados con participación de PyMEs, laboratorios y universidades³⁹.

Para el presidente de la FAN, uno de los componentes más importantes del proyecto era el “fortalecimiento de equipamiento técnico-científico [de] las unidades en universidades que iban a dar los servicios a las PyMEs”. Pero Lupi explica también, seguramente basado en la experiencia previa de la FAN, que tenía serias dudas de que la concepción del programa, por su orientación a temáticas científicas, fuera a ayudar a ninguna PyME.⁴⁰

39 Para más información sobre el programa, consultar: <http://www.nanopymes.mincyt.gob.ar/> (Consultado el 09/01/2019).

40 Las instituciones que recibieron los doce equipos financiados a través de la Plataforma Nanopymes, fueron el INIFTA (UNLP), el INQUIMAE (UBA), el CAB y el CAC de la CNEA, la UNRC, el INTI, la FAN, el Cen-

38 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

Durante los cinco años que la FAN apoyó este programa "con equipamiento, con políticas, con capacitación", persistió el interrogante: "¿Cómo se modifica el mercado?"⁴¹

En el marco del Programa Nanopymes se realizó un diagnóstico de las necesidades empresariales y de investigación en nanotecnología en la Argentina, centrado en los cuatro sectores de interés: metalmecánica, agroalimentos, salud y electrónica. El informe concluía con lo que ya se sabía: faltaba articulación entre el sector empresarial, el sector público y la academia; que en relación al dominio del desarrollo tecnológico de las micro y nanotecnologías predominaba la dependencia con el exterior; y que las capacidades del país en micro y nanotecnologías eran bajas en industrialización y comercialización (Fischer *et al.*, 2013).

En abril de 2014, el MINCyT abrió una convocatoria al eje del Programa Nanopymes correspondiente a los Proyectos Regionales Integrados (PRIS), orientado a resolver con aplicación de micro y nanotecnología problemas o limitantes productivos en los cuatro sectores seleccionados. La FAN se presentó a la convocatoria y, gracias a su cartera de empresas, pudo financiar 18 proyectos de empresas apoyadas por diferentes instituciones públicas de CyT⁴². Para esta línea, la FAN contó con poco más de dos millones de euros, pero los proyec-

tos, a pedido del MINCyT, debían ejecutarse en 18 meses: "Todo esto duró como tres o cuatro años y me dicen a último momento que por qué no les doy una mano [...] era una carrera contra el tiempo, por eso los famosos 18 meses", explica el presidente de la FAN. Los beneficiarios recibían un aporte no reembolsable por el 80% de su proyecto, debiendo aportar en efectivo y/o en especie la contraparte restante. Lupi explica que, dado que 18 meses para llegar al mercado era un tiempo escaso, apelaron a los grupos de investigación que la FAN conocía. Y agrega que "había que demostrar que estos 19 millones de euros que le habían puesto del otro lado llegaban al mercado, si no el proyecto fracasaba".⁴³ En el Recuadro se presenta una síntesis de las 18 empresas que participaron del PRIS.

tro 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.

41 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

42 Comunicación con Guillermo Venturuzzi, 27 de abril de 2017.

43 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

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: CIDEPIINT (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

A pesar de las urgencias y del desempeño irregular de los proyectos, Lupi evalúa de forma positiva el Programa Nanopymes, que hizo posible utilizar los aprendizajes de la FAN, “porque como ya teníamos mucho entrenamiento en cómo tratar estas pequeñas iniciativas, sabíamos cuándo se podía llegar a resultados concretos”. El hecho de estar en el marco de la cooperación con la Unión Europea “también ayudó mucho”, especialmente en capacitación, aunque destaca los obstáculos burocráticos de esta colaboración, como la exigencia de comprar equipos europeos, aunque existieran modelos mejores no europeos⁴⁴.

La FAN y la incubación de empresas

El edificio de la FAN en el campus de la UNSAM se inauguró a fines de septiembre de 2015 y al año siguiente se iniciaron las actividades del Programa Nanofab de incubación. A través de este programa, la FAN se pudo integrar a la Red Nacional de Incubadoras (INCUBAR) de la Secretaría de Emprendedores de la Pequeña y Mediana Empresa del Ministerio de la Producción⁴⁵. Al cierre de este trabajo, a fines de 2018, se incubaban en la FAN seis empresas de base tecnológica, algunas de las cuales habían estado involucradas en la Plataforma Nanopymes, como es el caso de Argentum Texne, vinculada a la empresa Bell Export, y Chemtest, relacionada con la empresa Biochemiq.

La primera empresa incubada fue Chemtest, creada en 2013 por un grupo de investigadores que habían sido financiados por el FONARSEC de la ANPCyT, en la línea Empretecno, y se enfoca 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 lateral⁴⁶. Entre las enfermedades que detecta, están el mal de Chagas, la brucelosis y el Síndrome Urémico Hemolítico. El biotecnólogo Diego Comerci,⁴⁷ uno de los fundadores de Chemtest, comenta que la posibilidad de acoplar los anticuerpos y antígenos a nanopartículas de oro o de látex o coloreadas de celulosa “fue la solución a tantos años de inversión y de desarrollo de tantas cosas que teníamos guardadas en el freezer”⁴⁸.

Con referencia a la línea de desarrollo de tiras reactivas, este investigador explica que lo que hacen es lo que se está haciendo hoy en Europa, en la frontera” y que fue posible por la colaboración de los biotecnólogos del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (UNSAM-CONICET) con los ingenieros del INTI. Cuando se logró desarrollar la tecnología, se crea Chemtest y, en ese momento, la posibilidad que se les presentó para conseguir un lugar para el desarrollo de los prototipos y su validación era en el Parque Industrial de Mercedes que, sin embargo, resultaba inadecuado por la distancia con su instituto y el INTI. Entonces se concretó la instalación de Chemtest en la incubadora de la FAN, instalada en el campus de la UNSAM, a menos de trescientos metros del IIB⁴⁹.

Su espacio en la FAN dispone de dos unidades, una destinada a la elaboración de los

44 Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

45 Sobre la Nanofab ver: <https://www.fan.org.ar/nanofab/> (Consultado el 25/07/2018).

46 La plataforma de Elisa es la que se usa hoy en todos los laboratorios centralizados de diagnósticos de hospitales de alta complejidad.

47 Comerci es investigador del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, dependiente de UNSAM y CONICET.

48 Comunicación con Diego Comerci, 13 de julio de 2017.

49 Comunicación con Diego Comerci, 13 de julio de 2017.

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 producción⁵⁰.

Al momento de la entrevista, Chemtest estaba cerca de la aprobación de la planta de producción. La FAN también colabora con la promoción de las actividades de Chemtest y con la búsqueda de clientes y proveedores, explica el investigador. Además, se avanzó en una serie de nuevos desarrollos, de nuevas partículas “que permiten ampliar y mejorar la gama de productos y la sensibilidad de la detección, como son, por ejemplo, las nanopartículas de celulosa”⁵¹.

La empresa Argentum Texne fue creada 2014 por un grupo de investigadores de la CNEA, la UNSAM y la 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 tienen aplicaciones potenciales en control de calidad y desarrollo de industria alimenticia y cosmética, diagnóstico médico, monitoreo del medio ambiente, seguridad y toxicología, detección de narcóticos, o sistemas de acondicionamiento de aire. También se proponen diseñar 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).

En el caso de la empresa de biotecnología Inmunova, creada en 2009 como un desprendimiento de la Fundación Instituto Leloir, se enfoca en el desarrollo de 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). Uno de los socios fundadores, el doctor Linus Spatz, comenta que no están técnicamente incubados en el Nanofab, dado que pagan alquiler. Si bien la empresa ha logrado generar ingresos, aún no obtiene ganancias y se sostiene en parte con “aportes de los accionistas e inversores en general”⁵².

50 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). El mismo grupo de investigadores se volvió a asociar, en 2017, con Biochemiq para crear otra empresa, Profar Biológicos. 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).

51 Conferencia de Diego Comerci en Nanomercosur 2017, 26 de septiembre de 2017.

52 Comunicación con Linus Spatz, 3 de agosto de 2017.

La empresa de bioingeniería Mabb, creada en 2006, se propone diseñar y fabricar implantes dentales reemplazando materiales convencionales como titanio por 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. Esta empresa, que cuenta con dos socios que vienen del sector nuclear, recibió en 2013 un proyecto Pre-Semilla para desarrollar un prototipo de una máquina para hacer inyección a ultra alta presión y también ganó algunos premios, como el del Banco Santander o el Empretec del Banco Nación. Desde 2016, se encuentra incubada en la FAN, donde cuenta con un sistema de producción CIM financiado con la línea Empretecno de FONARSEC. “Comercialmente se está arrancando, no se factura mucho, pero se factura”, explica el gerente de producción de Mabb. Y agrega: “Tenemos I+D+i que, al estar en este entorno, a veces, pareciera que estamos más enfocados en eso que en producir”. El objetivo de esta empresa es lograr vender el proceso llave en mano. La decisión de producir se basa en demostrar que la empresa domina el proceso⁵³. “Hasta el momento son diez años de innovación y desarrollo. En la etapa de innovación y desarrollo no hay venta”, comenta el presidente de Mabb⁵⁴.

La empresa Dynami, que hace desarrollos para baterías de litio ultradelgadas y personalizadas, es incubada por la FAN desde 2017. Su fundador, el ingeniero electrónico Sergio Barón, comenta: “Nosotros tenemos un conjunto de soluciones, de baterías, esto es tecnología

y prototipos [...]. Nuestro producto, la batería ultradelgada de Dynami, está embebida dentro del producto del cliente”. El principio básico es el uso de material nanoestructurado, que presenta una muy buena relación entre superficie específica de un material *versus* el volumen, dado que es en la superficie donde se insertan los iones de litio. Explica Barón: “Dynami es una empresa muy nueva. 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”⁵⁵.

Finalmente, la empresa Panarum desarrolla y comercializa medicamentos y productos nanofarmacéuticos a medida del cliente, aplicando nanotecnología en polímeros, proteínas y liposomas para la industria farmacéutica, desde la formulación, hasta la fabricación a escala, a través de la encapsulación y liberación controlada de ingredientes activos. El producto final son especialidades medicinales para laboratorios farmacéuticos. 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).

Conclusiones

Desde los inicios del período analizado 2003-2018, la ausencia de diagnósticos capaces de dimensionar las capacidades públicas de ges-

53 Comunicación con Bernardo Villares Had, 7 de junio de 2017.

54 Comunicación con Daniel Míguez, 7 de junio de 2017.

55 Conferencia de Sergio Barón de Dynami en Nanomercosur 2017, 26 de septiembre de 2017.

tión de la nanotecnología y las potencialidades del sector productivo para asimilar esta nueva área del conocimiento al mejoramiento de productos y procesos se pone en evidencia en las sucesivas reformulaciones de las metas de la política de nanotecnología y en los cambios en las prioridades de la FAN a lo largo de su trayectoria. En ambos casos, se trata de metas iniciales promovidas por organismos internacionales y programas europeos.

En este sentido, 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 política y de metas institucionales en tres niveles. El primero, en las sucesivas conceptualizaciones de la nanotecnología como área de vacancia, tecnología estratégica y, finalmente, como TPG. 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 inconmensurables⁵⁶.

El segundo nivel, complementario del anterior, en el que se observan procesos de aprendizaje y reformulación, se refiere a los objetivos de largo plazo de la política de nanotecnología

y de la función principal asignada a la FAN. Mientras que el objetivo inicial de la política de nanotecnología se centró en el aumento de la competitividad de la economía, luego de casi quince años se logró impactar al nivel de lo que podríamos llamar *casos testigos*, como muestra el breve análisis de las 18 empresas del programa Nanopymes y de las seis empresas incubadas por el programa Nanofab. En todos los casos, se trata de resultados incipientes y heterogéneos de donde no se pueden extraer balances o tendencias robustas. La función de la FAN también debió ser reformulada, pasando del fomento de la competitividad a la difusión y comunicación de la nanotecnología, mientras que el impacto de la nanotecnología sobre el desempeño de las empresas quedó reducido al momento de cierre de este trabajo a la incubación de seis emprendimientos.

El tercer nivel en el que se observan aprendizajes y reformulaciones es en las modalidades de incentivo y financiamiento plasmadas en los sucesivos instrumentos –PAV, PAE, FS Nano, el programa Nanopymes y el laboratorio Nanofab– con el fin de promover los vínculos público-privado.

El análisis de los casos testigos –18 Nanopymes y 6 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 la Argentina muestra senderos de desarrollos tecnológicos exitosos, con expansión y diversificación y, en menor medida, con exportaciones de alto valor agregado.

Finalmente, hablar de procesos de aprendizaje supone la continuidad de las políticas públicas y la estabilidad de las instituciones. Sin embargo, no puede dejar de señalarse que al momento de cierre de este artículo el

56 La inversión pública total en nanotecnología realizada por la Argentina en el período 2006-2011 podría estimarse en 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011: 18-19), lo que supone un promedio de 10 millones de dólares anuales. Si bien no es tema que podamos desarrollar en el presente trabajo, señalemos 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.

MINCyT había sido degradado a Secretaría y el presupuesto aprobado para la función CyT para 2019 mostraba el tercer recorte drástico consecutivo en el presupuesto nacional anual. Este panorama es acompañado por un proceso acelerado de desindustrialización que tiene como manifestación más dramática el cierre de alrededor de 7500 PyMEs en el período 2016-2018. Es decir, las condiciones de contexto que hicieron posible el análisis presentado en este trabajo se encuentran en proceso acelerado de transformación.

En este sentido, con referencia a la hipótesis discutida al comienzo de este trabajo referida a las supuestas "ventanas de oportunidad" que se abrirían para los países semiindustrializados en los períodos de cambio de paradigmas tecnológicos a escala global, la trayectoria de la nanotecnología en la 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 diseño de políticas y en las funciones institucionales asignadas a la FAN. 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.

Ahora bien, estos rasgos propios de los inicios de la nanotecnología en la Argentina se pueden observar en otros momentos de la historia, en los procesos de asimilación de otras tecnologías basadas en conocimiento, como la nuclear, la electrónica, la informática, o la producción de medicamentos. A modo de síntesis, digamos que 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.

Referencias bibliográficas

- Abeles, M., Cimoli, M. y Lavarello, P. (2017). *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- AFA. (2005). Declaración AFA en referencia al Decreto 380/2005. Disponible en: <http://mail.df.uba.ar/pipermail/sociosafaba/2005-May/000137.html>. Consultado el 11/05/2015.
- 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.
- 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*. Vol. 7, Núm. 1, 55-75.
- 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. En F. Block y M. Keller (Eds.). *State of Innovation. The U.S. Government's Role in Technology Development* (pp. 217-235). Londres: Routledge.
- 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.
- 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.

- BET (2009). *Nanotecnología*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: <http://www.mincyt.gov.ar/agenda/boletin-estadistico-tecnologico-bet-nanotecnologia-8023>. Consultado el 18/02/2016.
- CECTE (2005). Declaración sobre el Decreto 380/05. 30 de septiembre. Disponible en: www.cecte.gov.ar/pdf/25/. Consultado el 12/05/2015.
- Chemtest (2018). Disponible en: <http://www.chemtest.net/>. Consultado el 27/07/2018.
- 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.
- Delgado Ramos, G. C. (2007). Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina. *Revista de Estudios Sociales*. Núm. 27, 164-181.
- 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.
- El Cronista (2008). 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 Litoral (2005a). Lanzarán paquete para fomentar la industria, 28 de abril. Disponible en: <http://www.ellitoral.com/accesorios/imprimir.php?id=/diarios/2005/04/28/economia/1/ECON-04.html>. Consultado el 8/05/2015.
- El Litoral (2005b). Polémica millonaria por la nanotecnología, 23 de mayo. Disponible en: <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2005/05/23/politica/POLI-04.html>. Consultado el 8/05/2015.
- EnerNews (2005). Según el vice de Lucent, Argentina es el país más sólido de América Latina, 4 de julio. Disponible en: <http://www.enernews.com/nota/181809/seg-el-vice-de-lucent-argentina-es-el-pas-ms-solido-de-amrica-latina>. Consultado el 21/01/2019.
- Evans, P. (1995). *Embedded Autonomy. States & Industrial Transformation*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- FAN (2010). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Publicación para la difusión de la nanotecnología. Primera edición. Buenos Aires: FAN.
- FAN (2012). *Quién es quién en nanotecnología en Argentina*. Publicación para la difusión de la nanotecnología. Segunda edición. Buenos Aires: FAN.
- 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. (2016). Políticas públicas en nanotecnología en América Latina. *Revista Problemas del Desarrollo*. Vol. 47, 59-81.
- Foladori, G. e Invernizzi, N. (2013). Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America. *Journal of Arts and Humanities*. Vol. 2, Núm. 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*. Vol. 14, Núm. 30, 330-363.
- Foladori, G, Rushton, M. y Zayago Lau E. (2008). Center of Educational Excellence: Nanotechnology: The Proposed World Bank Scientific Millennium Initiatives and Nanotechnology in Latin America. En A. Barrañón (Ed.). *New*

- Nanotechnology Developments* (pp. 31-39). Nueva York: Nova Science Publishers.
- 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.
- 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*. Vol. 19, Núm. 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: CLACSO.
- IDEA (2004). El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital, *40 Coloquio Anual de Idea*, 3 al 5 de noviembre. Disponible en: http://www.ideared.org.ar/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp. Consultado el 8/05/2015.
- 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* (pp. 1-27). Cambridge, Mass: MIT Press.
- iProfesional* (2009). Se diseñarán circuitos integrados en Argentina, 21 de mayo. Disponible en: <http://www.iprofesional.com/notas/82404-Se-diseñarn-circuitos-integrados-en-Argentina>. Consultado el 24/05/2015.
- Jawtuschenko, I. (2015). El componente electrónico que faltaba, un desarrollo de investigadores de la UNSAM. *Página 12*, 1 de abril. 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.
- 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.
- Lavarello, P. (2017). ¿De qué hablamos cuando hablamos de política industrial? En M. Abeles, M. Cimoli y P. Lavarello (Eds.). *Manufactura y cambio estructural* (pp. 55-109). Santiago: CEPAL.
- 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.
- 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* (pp. 127-146). Viedma: Editorial UNRN. Disponible en: <https://books.openedition.org/eunrn/1234>. Consultado el 4/07/2018.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Londres: Anthem Press.
- MINCYT (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 20/6/2015.

- MINCyT (2013) *Informe de Gestión 2013*. Disponible en: http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/descargas/informe_2013.pdf. 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*. Vol 33, 109-118.
- NNI. (2006). *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Noticiastectv (2013). Fondos Presemilla en Nanotecnología, 25 de julio. Disponible en: <https://noticiastectv.wordpress.com/2013/07/25/1483/>. Consultado el 27/07/2018.
- PAE (2006a). *Bases Convocatoria IP-PAE 2006*. Disponible en: http://www.agencia.mincyt.gov.ar/upload/pae2006_ip_bases.pdf. Consultado el 19/05/2015.
- PAE (2006b). *Proyectos aprobados, Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008*. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/PAE_financiados_web.pdf. Consultado el 19/05/2015.
- Página12 (2004). Anuncios culturales de Lavagna, 6 de noviembre. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/el-pais/1-43268-2004-11-06.html>. Consultado el 8/05/2015.
- Panarum (2018). Disponible en: <https://panarumsas.com/es/inicio-desarrollo-nanofarmaceutico-panarum-sas/>. Consultado el 27/07/2018.
- PAV (2004a). *Bases Convocatoria PAV 2003*. Disponible en: http://www.agencia.mincyt.gov.ar/upload/pav2003_bases.pdf. Consultado el 4/07/2018.
- PAV (2004b). *Proyectos Tipo II (Redes) - Financiados*. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/pav2004_financiados_tipo_II.pdf. Consultado 11/05/2015.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2010). La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico. *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*. Vol. 50, Núm. 199, 423-453.
- 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*. Vol. 64, Núm. 1, 61-99.
- Saber Cómo (2007). Nano MERCOSUR 2007: Ciencia, Empresa y Medio Ambiente, Núm. 57. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc57/inti2.php>. Consultado el 5/1/2019.
- Salvarezza, R. (2011). Situación de la difusión de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*. Vol. 4, Núm. 2, 18-21.
- 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.gov.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513. Consultado el 25/05/2015.
- Sabato, J. (Comp.). (2011 [1974]). *El pensamiento latinoamericano en la problemática de ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional.
- 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 25/05/2015.
- 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 D.F.: Porrúa.

- Thurbon, E. y Weiss, L. (2016). The developmental state in the late twentieth century. En E. Reinert, J. Ghosh y R. Kattel (Eds.). *Handbook of Alternative Theories of Economic Development* (pp. 637-650). Cheltenham, U.K.: Edward Elgar.
- Toledo, L. (2013). Una experiencia de promoción de la nanotecnología en Argentina. *Revista de Física*. Núm. 46, 25-30.
- Tutor-Sánchez, J. (2015). Red "José Roberto Leite" de divulgación y formación en nanotecnología: cuatro años de esfuerzos y un futuro de realizaciones. *Revista de Física*, Núm. 49, 1-14.
- 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*. Núm. 46, 19-24.
- 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. *MundoNano*. Vol. 7, Núm. 13, 78-94.
- 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.

Para citar este Artículo de investigación:

Surtayeva, S. y Hurtado, D. (2019). Cambio tecnológico y capacidades políticas e institucionales: La trayectoria de la Fundación Argentina de Nanotecnología. *Revista Estado y Políticas Públicas*, Año VII, Núm. 12, 97-122.