

## Política de nanotecnología y transplante de categorías: un estudio de caso en contexto semiperiférico

### Nanotechnology policy and category transplantation: a case study in a semiperipheral context

ARTÍCULO

*Recibido: febrero de 2019*

*Aceptado: marzo de 2019*

**Sofya Surtayeva**

Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Contacto: [sofya.surtayeva@gmail.com](mailto:sofya.surtayeva@gmail.com)

#### Resumen

En Argentina se propone concentrar una parte importante de sus recursos de financiamiento público y de gestión en el desarrollo de capacidades para que una tecnología de propósito general (TPG), que está en la etapa de irrupción, se oriente a mejorar la competitividad de su economía y, en consecuencia, estructura sus políticas de promoción a la nanotecnología en base al enfoque de las TPG, noción aplicable en contexto de economías centrales y que, en el caso argentino, puede contribuir a explicar los magros resultados de promoción en esta área. Este artículo se enfoca en un instrumento de política específico orientado a la promoción y el desarrollo de la nanotecnología en Argentina, el Fondo Sectorial de Nanotecnología en el marco del programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) impulsado por la ANPCyT. Dentro de este fondo, se seleccionó un caso concreto buscando visibilizar las limitaciones y restricciones organizacionales e institucionales, que no fueron contempladas en el diseño de las políticas ni en su posterior ejecución y que enfrenta una economía semiperiférica en su lucha por participar en un nuevo ciclo de cambio tecnológico.

**Palabras clave:** nanotecnología; tecnologías de propósito general; semiperiferia; NANOPOC.

#### Abstract

Argentina intends to concentrate an important part of its public financing and management resources in the development of capacities so that a general purpose technology (TPG), which is in the irruption stage, aims to improve the competitiveness of its economy and, as a result, it structures its promotion policies of nanotechnology based on the TPG approach, a notion applicable in the context of central economies and which, in the Argentine case, can help explain the poor promotion results in this area. This article focuses on a specific policy instrument oriented to the promotion and development of nanotechnology in Argentina, the Sectoral Nanotechnology Fund within the framework of the Sectorial Argentine Funds program (FONARSEC) promoted by ANPCyT. Within this fund, was selected a specific case seeking to make visible the organizational and institutional limitations and restrictions, which were not considered in the design of the policies or in their subsequent execution and which faces a semiperipheral economy in its struggle to participate in a new cycle of technological change.

**Keywords:** nanotechnology; general purpose technologies; semiperiphery; NANOPOC.

## Tecnologías de propósito general y semiperiferia

Si el desarrollo económico “es el proceso por el cual se pasa de un conjunto de activos basados en productos primarios, explotados por mano de obra no calificada, a un conjunto de activos basados en conocimiento, explotados por mano de obra calificada”, donde el “activo basado en conocimiento” se refiere a conjuntos de competencias específicas de cada empresa que impactan sobre su desempeño (Amsden, 2001, p. 2), por tanto, consiste en adquirir y dominar tecnologías avanzadas (Chang, 2008, p. 66). En otras palabras, la tecnología, el aprendizaje, el conocimiento de técnicas y el resultado plasmado en inventos, de ser exitosos son innovaciones que darán mayores oportunidades para acceder al desarrollo a un país o a una región (Pérez, 2004, p. 32). Siendo que los llamados países periféricos presentan un atraso tecnológico frente a los países centrales, se puede decir 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 tienen origen por medio de las políticas tecnológicas e industriales que diseñan e impulsan los países centrales a través del desarrollo y control de las tecnologías que están en la base de estas nuevas industrias. Por ello, estas tecnologías de vanguardia o tecnologías de propósito general (TPG) pueden entenderse como causas del surgimiento y prolongación de los ciclos de hegemonía del sistema económico mundial (Hurtado, Lugones y Surtayeva, 2017).

El término “tecnología de propósito general” (*“general purpose technology”*) (TPG) fue acuñado por Bresnahan y Trajtenberg (1995, pp. 1-2) al destacar el papel desempeñado por algunas tecnologías clave en el proceso del crecimiento económico, como la máquina de vapor, la electricidad y los semiconductores, entre otros. Así, a las tecnologías que tienen un profundo impacto en el crecimiento de las economías en su totalidad por su capacidad de penetración y dinamismo tecnológico en un gran segmento de productos y sistemas de producción existentes o potenciales, las denominan tecnologías de “propósito general”. Según Helpman (2004) una TPG “puede desencadenar una trayectoria de crecimiento desigual, que comienza con una desaceleración prolongada seguida por una aceleración rápida” (p. 51). Se atribuye esta “desaceleración prolongada” inicial en la productividad a un período de reorganización, rediseño de instituciones y aprendizaje que exigen las complejas transformaciones necesarias para la asimilación de una nueva TPG por las estructuras productivas de las economías centrales. Sin embargo, la consecuente “aceleración rápida” 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.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, el aprendizaje organizacional e institucional en gestión de las tecnologías que apuntó a la sistematización de los procesos de producción de innovaciones radicales –aeronáutica, energía nuclear, tecnología espacial, semiconductores y TIC, biotecnología y, como proceso en marcha, nanotecnología– y de su explotación comercial y militar fue un componente central de las políticas tecnológicas e industriales que hicieron posible a Estados Unidos prolongar el liderazgo económico y otras economías centrales acompañaron este patrón de políticas (Ruttan, 2006; Mazzucato, 2013). En esta dinámica el principal motor es la inversión pública, que no se concentra sólo en infraestructura, sino también en la creación de nuevos mercados a través de la inversión lenta, paciente, riesgosa y de largo plazo –entre 20 a 25 años– capaz de allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales. Es el caso de Estados Unidos, cuyo Estado desarrollista 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).

En este escenario, la producción académica sobre el surgimiento de las TPG y las dinámicas de crecimiento macroeconómico que desencadena consideran que los aspectos relevantes ocurren casi exclusivamente en las economías centrales y asignan al resto del sistema económico mundial un papel subsidiario, cuando las economías centrales atraviesan etapas de transición o las TPG vigentes muestran signos de agotamiento en su capacidad de producir crecimiento y surgen las iniciativas de “deslocalización” en la forma de inversión extranjera directa (Hurtado et al, 2017).

Una TPG genera un círculo virtuoso en el avance tecnológico en un conjunto de sectores. No obstante, el proceso de avance de una TPG en algún momento presentará rendimientos decrecientes (Bresnahan y Trajtenberg, 1992, p. 5), lo que suele suceder en la fase de madurez, luego un ritmo de cambio lento al principio y la aceleración en los aumentos de productividad (Ruttan, 2008). En esa fase es cuando las complementariedades y sinergias que hacen que las TPG sean un motor de crecimiento tienden a disminuir (Pérez, 2002, pp. 154-155). 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” (Ruttan, 2006, p. 164). Durante esta fase los países centrales buscan impulsar una nueva TPG que sostenga su liderazgo económico, dado que en ella la producción se vuelve rutinaria y es cuando se desplaza hacia los países de menor desarrollo (Chase-Dunn y Reifer, 2002).

Entonces, en la medida en que las economías centrales ingresan al nuevo paradigma tecnoeconómico,<sup>1</sup> las economías no centrales se integran simultáneamente, de manera subordinada, por un lado, en la etapa final del paradigma tecnoeconómico 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. En las sociedades no centrales, las agendas de investigación básicas de moda, así como los intentos de desarrollar TPG, pueden verse como medios para construir culturas de consumidores en torno a los principales productos y servicios mundiales (Hurtado y Souza, 2018). Así, el papel subsidiario de recurso de segunda instancia que cumplen las periferias en las conceptualizaciones del *mainstream* académico legitima el orden económico mundial y la división internacional del trabajo (Hurtado et al., 2017). En esta estructura cobra relevancia el rol de la semiperiferia.

Según Wallerstein, la economía mundial capitalista puede ser clasificada en tres zonas económicas de acuerdo al rol que éstas ocupan en la división internacional del trabajo. Así, 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, p. 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 en la exportación de materias primas y productos agrícolas, que presentan menores precios en los mercados internacionales. A pesar de esta desigualdad en el sistema, la estabilidad política del mismo se mantiene intacta a través de la división de los explotados en un gran estrato inferior y un estrato intermedio más pequeño: la semiperiferia (Wallerstein; 1974a, pp. 403-404; Wallerstein, 1974b, p. 4). La semiperiferia se sitúa entre los países del centro y los de la periferia. Los países semiperiféricos generan

---

<sup>1</sup> En términos del modelo de Freeman y Perez, un paradigma tecno económico tiene su punto de partida en las revoluciones tecnológicas, que generan un proceso de “destrucción creativa”, a su vez, que produce un período dinámico y prolongado de innovación, empleo y crecimiento económico (Pérez 2002). Un nuevo paradigma tecno económico apoyado en 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”. Esto significa “cambios radicales en los patrones de producción, organización, gestión, comunicación, transporte y consumo, lo que lleva finalmente a una ‘forma de vida’ diferente” (Pérez, 2002, pp. 7, 15, 20, 146, 153).

bienes de capital con un menor nivel de intensidad con respecto a los países del centro y producen materias primas y productos agrícolas, con salarios medios (Wallerstein, 1974a, p. 401). En palabras de Wallerstein (1974a): “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” (p. 404). Evans (1979) asoció la noción de semiperiferia a países de la periferia con cierta capacidad industrial impulsada por 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 en áreas dinámicas del sector industrial.

Babones (2005, p. 34) agrega que la semiperiferia es una posición permanente y dinámica en la economía mundial, ya que es posible para un país ascender de la periferia a la semiperiferia (p. 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, pp. 33-34, 294-295), dado que los países semiperiféricos al intentar desarrollar y exportar tecnología a los países de la periferia, buscan evitar el deslizamiento hacia la periferia y mejorar su estatus en el sistema mundial (Wallerstein, 1974b, p. 6). Como consecuencia, los países semiperiféricos se presentan como mercados de tecnología codiciados por los países avanzados, ya sea a través de inversión extranjera directa, ventas “llave en mano”, pago de regalías, asistencia técnica y demás. A su vez, la actitud de estos países al intentar desarrollar y exportar tecnología a otros países de la periferia, para Hall y Chase-Dunn (2006, p. 49), busca transformar la lógica de desarrollo desafiando las reglas de juego que intentan imponer los países centrales. En otras palabras, al pretender desarrollar capacidades para competir en segmentos de aquellos mercados definidos por las aplicaciones comerciales de las TPG, los países semiperiféricos buscan alterar la estructura jerárquica del sistema mundial, siendo a menudo objeto de estrategias de obstaculización por parte de los países centrales (Hurtado, 2014, p. 20).

Argentina, poseedora de una matriz económica agroexportadora con algunas capacidades industriales de baja y media intensidad tecnológica, y con relativas capacidades de fortaleza económica y política, pertenece a la categoría de países que Wallerstein define como semiperiferia. Como estrato intermedio, sus relaciones con los países centrales y los periféricos se enmarcan en este contexto y al intentar ingresar junto con otros países semiperiféricos por lo menos desde fines de la Segunda Guerra Mundial, a segmentos de sectores industriales basados en TPG, como aeronáutica, nuclear, espacial, semiconductores

y las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Actualmente, Argentina y otros países semiperiféricos, intentan desarrollar capacidades en el área de nanotecnología. Sin embargo, 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 están explorando y decidiendo nuevas direcciones de innovación radical. Es otras palabras, los países semiperiféricos que lograron impulsar y desarrollar capacidades locales competitivas en tramas productivas apoyadas en alguna TPG con relativo éxito, lo hicieron cuando a nivel global la curva de aprendizaje de una TPG entró en la fase de madurez.

Anteriormente Argentina logró desarrollar capacidades para competir en segmentos de tramas productivas globales en sectores en los sectores en que una TPG jugó un papel central. El caso de la tecnología nuclear muestra que un país semiperiférico logra dominar una TPG en su fase de madurez a nivel internacional. En su momento, la energía nuclear fue una industria que hizo posible la consolidación del primer ciclo de hegemonía de Estados Unidos. Si bien la misma constituye un caso relativamente exitoso, Argentina logró ingresar y competir en este segmento dinámico cuando, en los países centrales, dicha TPG se encontraba en la fase de 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 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 (Hurtado, 2014).

Considerando todo esto, surge el interrogante de si 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 tres o cuatro décadas, a transformarse en una tecnología madura. Dado que la noción de TPG debe entenderse dependiendo de su contexto y sólo tiene sentido en economías centrales, entonces el uso del enfoque de TPG para el diseño de las políticas tecnológicas en el caso argentino supone un error conceptual con consecuencias negativas que se visualizan en los magros resultados de las políticas implementadas para promover la nanotecnología.

### **Fondo Sectorial de Nanotecnología**

La nanotecnología es percibida como la próxima TPG que prolongará el ciclo de hegemonía de los países centrales al sostener e impulsar su competitividad económica y

productiva. La iniciativa nacional de nanotecnología estadounidense –la *National Nanotechnology Initiative*– lanzada en 2001 constituye un caso más acerca de cómo una nueva TPG es seleccionada para traccionar el crecimiento económico de un país y perpetuar su hegemonía a través de políticas tecnológicas. Actualmente la nanotecnología es un eje primordial de la política industrial estadounidense, aunque en un principio fueron el resultado de la visión y el esfuerzo de un grupo reducido de científicos e ingenieros que percibieron sus potenciales beneficios para la economía estadounidense (Motoyama, Appelbaum y Parker, 2011). Buscando emular este patrón, otros países centrales se sumaron a la tendencia de promoción de la nanotecnología, entendida como una TPG esencial en la perpetuación de ciclos económicos dinámicos. Más recientemente, algunos países semiperiféricos y periféricos también comenzaron a invertir en nanotecnología, orientando sus agendas públicas hacia su desarrollo, caracterizándola de la misma manera que los países centrales: como TPG.

Argentina comienza a dar los primeros impulsos en materia de políticas públicas para desarrollar capacidades endógenas en nanotecnología entre el 2004 y 2005, bajo una orientación inicial de *science push*, en términos del modelo lineal de innovación, ya que las mismas se concentraron en financiar proyectos por área de conocimiento, centrándose en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar las variables adicionales propias de las actividades de desarrollo e innovación productiva, como el factor empresarial (Vila Seoane, Hurtado, p. 81). Así, en una convocatoria del Programa de Áreas de Vacancia (PAV), realizada por la ANPCyT, se aprueban las primeras cuatro redes científicas en NyN, con fuerte participación de instituciones públicas y un subsidio para cada red de 900 mil pesos –aproximadamente 300 mil dólares– (PAV, 2004), que no se conectaban con ninguna demanda productiva ni ningún actor social. En 2005, mediante el Decreto 380,<sup>2</sup> se crea la Fundación Argentina de Nanotecnología con el entonces exministro de Economía, Roberto Lavagna, a la cabeza de esta iniciativa, que contaría con el aporte estatal de 10 millones de dólares para los próximos cinco años. Posteriormente, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) en noviembre de 2007, la FAN cambia su trayectoria. Por otro lado, se financian dos proyectos en nanotecnología como resultado del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) de la ANPCyT, participando instituciones públicas y algunas empresas (PAE, 2006), se inauguran centros dedicados a I+D y se promueve la cooperación internacional en el campo.

Más adelante, el plan *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*, en el que se explicitaba que la nanotecnología iba a ser tratada como una TPG (MINCyT, 2012), inspiró la puesta en marcha

---

<sup>2</sup> *Boletín Oficial* 30.643 del 29 de abril de 2005.

de un nuevo programa de financiación sectorial, el FONARSEC, junto con la figura de “consorcio público-privado”. Este fondo se propuso avanzar sobre las deficiencias de vinculación entre sector público y productivo, problema histórico en Argentina. 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, 2014, p. 4-5; Disposición N° 002/10), a través de la formación de “consorcios asociativos público-privados” (CAPP) entre grupos de investigación y empresas, promoviendo la asociación y cooperación entre actores públicos y privados en pos del desarrollo de productos innovadores. El programa FONARSEC fue incorporado a los demás fondos de la ANPCyT en 2010 -el FONCyT, FONTAR y FONSOFT-, siendo probablemente la iniciativa más original en materia de política de ciencia, tecnología e innovación.

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)<sup>3</sup> a través del Contrato de Préstamo N° 7599/AR –correspondiente a los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS)- (Lengyel, 2014, p. 4). De esta manera, los FTS se iban a concentrar en nanotecnología, biotecnología y TICs y financiarían exclusivamente proyectos de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y/o transferencia y difusión de tecnologías, quedando explícitamente fuera de su alcance la investigación básica. En nanotecnología, lo haría en tres áreas: nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores (Disposición N° 002/10).

En la convocatoria del 2010 fueron aprobados ocho consorcios, que recibieron alrededor de 13 millones de dólares –\$110.709.229 en total, incluyendo la contraparte- (Vila Seoane, 2011, pp. 104-106).<sup>4</sup> En una posterior convocatoria del 2012, fue aprobado un solo consorcio que recibió alrededor de 8 millones de dólares -un monto total de \$46.500.000, incluyendo la contraparte-.<sup>5</sup> La magnitud representó un salto cuantitativo con respecto a los montos de financiamiento que se venían otorgando en el pasado (Vila Seoane, 2011, p. 70). No obstante, el monto de la contraparte debía ser igual o mayor al 20% del costo total del proyecto.

---

<sup>3</sup> El BIRF es una de las instituciones que integra el Grupo Banco Mundial.

<sup>4</sup> Resolución ANPCyT 003/11, de enero 2011. Los proyectos financiados pueden verse en: <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/archivo/1099/fonarsec/res03-11-fsnano2010-financiados>. Consultado el 18/01/2015.

<sup>5</sup> Resolución ANPCyT 454/12. 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.



A continuación, se presenta un caso de estos proyectos, quizás la iniciativa más exitosa del programa: el NANOPOC, perteneciente al área de desarrollo Nanosensores. Se procede a delinear sus principales características, con foco en sus fortalezas y debilidades, describiendo sus objetivos iniciales, su ejecución y sus resultados.

## **NANOPOC**

En el proyecto 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 Martín (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. El investigador que se encargó de dirigir el proyecto fue el doctor en Ciencias Químicas Carlos Moina, del Centro de Procesos Superficiales del INTI. El presupuesto adjudicado por la Agencia fue \$13.045.155 –alrededor de 4 millones de dólares–, con una contraparte de \$ 8.511.232,67 para cuatro años de trabajo, dando inicio hacia fines de 2011 y finalizando a fines de 2015.

El objetivo 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 NANOPOC es un kit de diagnóstico que 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. De ahí deriva su nombre: NANO por estar compuesto por elementos provenientes de la nanotecnología y POC, que son las siglas en inglés de “point of care”, es decir “lugar de uso”. Un instrumento 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 a través de biosensores. Por ejemplo, el test de embarazo y el glucómetro son los biosensores más conocidos (MINCyT, 2013). El desarrollo de este dispositivo no fue patentado, aunque sí se patentó la marca comercial NANOPOC.

El proyecto NANOPOC es considerado por el Banco Mundial y por el MINCyT y ANPCyT como un caso modelo. Ejemplo de lo que hay que hacer según estos organismos, este proyecto ganó el “Premio Innovar 2014”. ¿Cómo lo logró? El primer factor a tener en cuenta es la existencia de una relación previa de trabajo 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 las 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. Según Carlos Moina, los primeros intentos se enfocaron en la modificación de la superficie de un electrodo por medio de nanopartículas magnéticas donde estuvieran pegados los antígenos. La idea era “modificar la partícula, ponerle en la superficie todos los marcadores biológicos, ponerla con el suero infectado y que ahí se le pegara, pegarle alguna otra cosa, marcadores electroquímicos, y como era magnética agrupaba según electrodo”. Lo novedoso fue el planteo del uso de La nanopartículas, ya que “generalmente para esto se usan en biología micropartículas de 18 micrones. Nuestra idea era hacerlo con nanopartículas” (Comunicación con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Si bien el avance fue lento debido a que se trabajó sin presupuesto y cada parte ponía lo que sabía y el tiempo que le quedaba y 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 refieren dos entrevistados 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 [...] Entonces ahí era notoria la diferencia de lenguaje, la importancia de encontrar un lenguaje en común. Ese fue para mí el desafío (Comunicación con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Por su parte, Moina agrega:

Tuvimos 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 una interfase más o menos razonable para el CONICET, pero igual cuesta (Comunicación 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 entre el INTI y el IIB, 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 que aparece explícitamente

mencionada es “nanosensores (MEMS)”. Fue la oportunidad de configurar de manera oficial el trabajo que las instituciones estaban llevando:

Y en el 2010 surge la convocatoria. Entonces ahí 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 con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

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. ¿Cuál fue el criterio de selección de las empresas? En principio, tenían que cumplir ciertos requisitos, como contar con una personería jurídica propia y estar relacionados con la temática. Sin embargo, una cuestión que los entrevistados consideraron fundamental fue la relación previa con una empresa, por un lado, y por otro lado el interés de esta en incorporar una mejora en su proceso productivo o línea de producción. Esto que puede parecer una obviedad, no fue tan evidente en el curso de este proyecto.

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 industria 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. En total tiene alrededor de 50 empleados. 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, era la oportunidad de generar un producto tecnológico nacional (Aadee, 2018).<sup>6</sup>

Aadee era la empresa que venía trabajando con Microelectrónica de INTI, entonces ellos los sumaron. Originalmente, iba a venir otra empresa, que no era una empresa. En realidad, era un muchacho cordobés que sabía 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. Una pena porque hubiera acelerado bastante algunas cuestiones que tuvimos en el desarrollo del proyecto en la parte de electrodos (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

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

---

<sup>6</sup> Comunicación con Carlos Gigena de Aadee, 14/06/2017.

origen argentino, que provee soluciones integrales para la salud, performance y productividad animal (Agropharma, 2018). La relación del IIB con Agropharma era de trabajos previos de desarrollo de una vacuna:

Me parecía que lo más importante era tratar de sumar gente con la que teníamos una relación, porque había cierta confianza. Después nos dimos cuenta que era muy importante eso [...]. En donde más problemas tuvimos después fue precisamente en esos lugares donde se notaba que no había un lenguaje común, que no había una confianza o no había un interés común en desarrollar el proyecto. 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 me llamó mucho la atención: 'Wiener lab no comparte nada de sus desarrollos, ni de sus clientes, ni de sus líneas de productos' (Comunicación 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, 2018).<sup>7</sup> Además, Biochemiq había mostrado interés en insertarse en el área de salud humana a través del proyecto NANOPOC.

Después entendí que Biochemiq era mejor interlocutor que Agropharma [...] era una empresa mucho más joven. Y 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 con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Habiéndose conformado el consorcio, el objetivo del proyecto era la creación de una plataforma tecnológica de nano-biosensores, donde se integraba biotecnología, nanotecnología y microelectrónica como las tres patas, aplicadas a diagnóstico. Entonces, "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

---

<sup>7</sup>Comunicación con Fabián Cairó de Biochemiq, 7/06/2017.

aplicación para celular y, por último, que posea cierta precisión y rapidez en el diagnóstico. Pero 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”.<sup>8</sup>

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, 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 y no se logró avanzar en ello. 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.

Otro acierto del NANOPOC fue el manejo de las cuestiones administrativas,<sup>9</sup> tema bastante complejo según refirieron prácticamente todos los entrevistados de los demás proyectos FONARSEC. Sin embargo, se lograron atenuar estas cuestiones. En este caso en particular, 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 proyectos y su manera de trabajo - según refiere 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 Banco Mundial, 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. Cada una de estas instituciones tiene su propia 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 Banco Mundial.

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

---

<sup>8</sup>Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017.

<sup>9</sup>Las cuestiones administrativas son 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 (Bases de la Convocatoria FSNano, 2010).

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 (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Por último, el IIB, a través de UNSAM, contrató una persona que se hiciera cargo de la administración del proyecto de manera exclusiva con dedicación a tiempo completo. En 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 pueden ser utilizados para este fin.

Otro factor dinámico en este proyecto fue el avance en forma simultánea, independiente y paralela de las partes públicas:

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 (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

De esta manera, el Centro de Procesos Superficiales del INTI desarrollaba distintas nanopartículas magnéticas, el Centro de Electrónica avanzaba en un sistema biosensor con electrodos y el IIB desarrollaba distintos antígenos. Así, se trató de que haya desarrollos originales en las tres partes. Con esta organización, según los entrevistados, se logró avanzar muy bien, aunque había líneas que iban más rápido que otras por la cantidad de tiempo dedicado, por dificultades que surgían, por cuestiones políticas de cada institución.

El Centro de Electrónica desarrolló las celdas de reacción con electrodos descartables para el NANOPOC. 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 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 comenta 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 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 (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Finalmente, el INTI desarrolló las nanopartículas. Según Moina, solamente el INTI fabrica estas 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 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 Chagas. En suma, los diagnósticos específicos para cada enfermedad.

En cuanto al rol de las empresas, en la etapa de desarrollo no fue relevante. Las empresas estaban esperando prototipos para ver cómo lo podían implementar en su línea de producción y comercialización. Como cuenta Cairó:

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 [...] Le damos una orientación de la demanda del público para no hacer algo después que ahí muere (Comunicación 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 los integrantes del CAPP, donde 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:

Esto tenía cierta lógica. 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 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 manifiestan que el Presidente de Aadee se opuso a fabricar 100 dispositivos, alegando que era una cantidad excesiva y más conveniente, producir un número menor. El INTI 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 con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Como resultado, la introducción del aparato NANOPOC al mercado quedó en suspenso y hasta fines de 2017 no había cambiado esa situación. El motivo del desinterés de Aadee en el NANOPOC, por un lado, puede explicarlo el hecho de que el atractivo del negocio se encuentra en la producción de los insumos. Por otro lado, en que Aadee nunca mostró interés por el avance del proyecto -cuestión que fue referida por los entrevistados. Por ejemplo, Comerci explica que el fundador de Aadee “se estaba retirando y esto lo tomó de sorpresa” dado que “implicaba un desafío importante tecnológico que le llegaba en un momento tardío” y agrega que “me daba la sensación de que Gigena ya era un hombre casi hecho, con pocas ganas de innovar”. Finalmente, añade que le 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”, aunque:

No era fácil tampoco 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 quieren ser General Electric, pero no tienen con qué. Porque no la pensaron mal. Dijeron que acá el negocio es otro, no es vender el equipo. Distribuir el equipo como comodato y vender el insumo, ¿pero el insumo quién lo va 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 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 con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

No obstante, ¿hasta qué punto es posible atribuirle toda la responsabilidad del fracaso, por lo menos hasta 2019, 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 esas tecnologías en nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o servicios (Grosse, 1996). No obstante esto, 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".<sup>10</sup>

¿Cómo concibe una institución como el INTI el proceso de transferencia de tecnología, según la opinión de un director de uno de sus centros? Moina explica que "como científicos y tecnólogos" llegaron a un prototipo y agrega que, 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 y, sino 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[...] Todos lo consideran exitoso [en referencia al proyecto], pero es difícil pasarlo a producto. [Se necesita] alguien que pueda fabricar el aparato, otro

<sup>10</sup> Comunicación con Carlos Moina de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017.

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 *knowhow* 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 con Carlos Moína de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Desde otra perspectiva, Comerci relata que el INTI fue “muy estructurado en su manera de ver el proceso de desarrollo dentro de un consorcio público-privado”:

¿Por qué? recuerdo la angustia que pasó Lilita [Fraigi] al ver 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, Lilita. 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 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[...] INTI tuvo una manera de trabajar muy cerrada también. Porque eso mismo pasó en la interacción con nosotros. Una cosa muy de ‘cuando tenga todo listo, te digo lo que estoy haciendo’. No había mucho *feedback* (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Sobre este punto Comerci indica que su manera de interaccionar con las empresas y, en particular con Biochemiq, fue 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 en conjunto con algunos socios de la empresa Biochemiq. La nueva empresa, Chemtest, que nace en 2013 y desde fines de 2015 se encuentra incubada en la Fundación Argentina de Nanotecnología, fue una especie de *spin-off* del NANOPOC, ya que el proyecto permitió al IIB desarrollar moléculas antigénicas para distintas enfermedades que están siendo usadas más allá del NANOPOC. Esta empresa 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 lateral. Entre las enfermedades que detecta están el mal de Chagas, la brucelosis y el Síndrome Urémico Hemolítico. Chemtest empezó a trabajar “fusionando la tecnología de lo que aprendimos 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” y “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 tira” (Comunicación personal con

Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017). Según Comerci, 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 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).

Los FTS fueron diseñados como instrumentos que cubren hasta la etapa pre-comercial y, por tanto, la etapa de comercialización no estuvo contemplada. Así, el NANOPOC se considera exitoso por organismos como el Banco Mundial y el MINCYT y 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 es parte de la evaluación ni de ANPCyT-MINCYT ni del Banco Mundial:

¿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 que aprendimos con la inmuno-cromatografía de moléculas biológicas acopladas a nanopartículas [...] Esto sin NANOPOC no existía. Y se los dije también a los que vinieron del BM y creo que lo entendieron. Que decían ‘¿Y el producto?’, y eso me lo decía todo el tiempo Isabel [MacDonald]<sup>11</sup>, ‘¿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 con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Fraigi, por su parte, agrega:

El NANOPOC recibió muchos premios y es tomado por la Agencia y el MINCYT como un proyecto modelo, de bien hecho. Y, sin embargo, 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 con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Entre las empresas involucradas en el proyecto se generó una 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

---

<sup>11</sup>Isabel McDonald fue directora del FONARSEC en el período 2009-2017.

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 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.

Fue importante ver el juego del Estado apoyando [...] 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, que vieron la importancia de estos equipos para las salas de los Centros Atención Primaria [CAP]. Su propuesta era comprar 2000 equipos. Y hoy sigo creyendo que es necesario que esos equipos estén 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 [...] 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' (Comunicación con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

Entonces, el balance final de los actores involucrados por las instituciones públicas es que el proyecto fue exitoso, pese a sus dificultades. Esta visión de éxito que los investigadores comparten se contrapone a la visión de los actores privados, que declaran abiertamente que el proyecto fue un fracaso en cuanto a su comercialización, eje esencial según las empresas. Según Moína:

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 se 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 [...] lo último que queríamos es que no termine en innovación, sino que termine en un prototipo (Comunicación con Carlos Moína de INTI Procesos Superficiales, 12/09/2017).

Según Fraigi:

El proyecto terminó para nosotros, con éxito. No con éxito en la transferencia, 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 [...]. No puedes pensar en que un grupo haga todo [...] ese para mí fue un aprendizaje de encontrar

lenguajes comunes, de salvar diferencias, de formación profesional (Comunicación con Liliana Fraigi de INTI Electrónica, 4/10/2017).

En la misma línea, para 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 *knowhow* está y no está dormido. Estamos generando nuevos proyectos que hoy por hoy 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 [...] 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, miran el árbol y no ven el bosque (Comunicación con Diego Comerci de IIB UNSAM, 13/07/2017).

Según Gigena, presidente de Aadee, al proyecto le faltó el toque empresarial en lo referente a su introducción al mercado. A lo cual denominó como “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, refiere 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, comenta 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 las demás empresas no podían apreciar las posibilidades del NANOPOC en el mercado.<sup>12</sup>

Según 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. 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

---

<sup>12</sup> Comunicación con Carlos Gigena de Aadee, 14/06/2017.

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 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 con Fabián Cairó de Biochemiq, 7/06/2017).

El proyecto NANOPOC tuvo múltiples aciertos. Entre sus aciertos en la ejecución, puede mencionarse su manejo dinámico en la administración y el hecho de avanzar en los desarrollos en forma paralela por parte de las instituciones públicas, aunque con ciertas demoras en el desarrollo de las nanopartículas, explicadas por factores humanos, según refirió Comerci. 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 que consiste en cuantificar las enfermedades detectadas. En síntesis, el proyecto posibilitó una gran adquisición de equipamiento para las tres instituciones públicas y funcionó como una plataforma tecnológica al abrir nuevas líneas de investigación, en la formación de recursos humanos, en la interacción entre grupos con distinta formación profesional y fortalecimiento del trabajo interdisciplinar y, sobre todo, en la creación de una nueva empresa enfocada en la elaboración de reactivos de diagnóstico para la medicina humana y veterinaria.

Sin embargo, estando el dispositivo desarrollado –en versión de prototipo final–, y teniendo en cuenta los usos sociales del mismo, la responsabilidad de llevarlo al mercado recae sobre algunas empresas privadas. De las tres empresas que integraron el consorcio, Aadee perdió interés en el negocio –que era la encargada justamente de la fabricación del dispositivo. Si bien el proyecto finalizó en 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.

Por otro lado, a pesar de no cubrir financieramente la etapa de comercialización, la ANPCyT persigue el objetivo de lograr que el producto tecnológico, que fue resultado de los proyectos de nanotecnología, sea transferido al sector productivo. La responsable del

FONARSEC, Isabel Mac Donald ofrece otra versión acerca del retraso del NANOPOC para salir al mercado:

El proyecto NANOPOC es brillante lo que hicieron. Hay empresas del exterior interesadas en comprarlo y el INTI no lo quiere ceder. Lo quiere utilizar para hacer los servicios ellos [...] Vos tenes 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 los investigadores porque un porcentual de lo que se paga en servicios va al sueldo del investigador [...] no sale del INTI. Entonces, cobran para hacer servicios con eso [...] Ese proyecto es un proyecto importante y cuando lo quieran vender ya va a ser obsoleto. Esa tecnología en 4 años se queda obsoleta. Si no la vas actualizando, poniendo recursos para mejorarla, cuando lo quieras vender no sirve para nada [...] Fui al Ministerio de Producción a hablar con Comercio Internacional y sigue todo igual. Las empresas del Consorcio de ese proyecto no son las que lo pueden escalar. Hay otras demandas (Comunicación con Isabel Mac Donald de FONARSEC, 22/03/2018).

En este sentido, por ejemplo, la Universidad de Glasgow desarrolló un dispositivo para hacer diagnósticos médicos de manera rápida basado en un pequeño chip de silicio que mide diversos indicadores metabólicos de muestras de fluidos de los pacientes y cuyos resultados pueden visualizarse a través de una App móvil. Este dispositivo mide los niveles de diversos metabolitos, es decir, pequeñas moléculas que se encuentran en los fluidos de pacientes y que, en función de su presencia, su abundancia en las muestras de estos fluidos y su monitorización por parte de los investigadores, permiten conocer el estado de la salud en general y la progresión de enfermedades específicas, tales como casos de ataque cardíaco, cáncer y accidente cerebrovascular (*Esmartcity*, 2018).

## Discusión

El caso presentado pone de manifiesto las dificultades y restricciones organizacionales e institucionales que enfrenta una economía semiperiférica en su lucha por participar en un nuevo ciclo de cambio tecnológico y que no fueron contempladas en el diseño de las políticas ni en su posterior ejecución. Entre estos resalta la ausencia de la transferencia del dispositivo NANOPOC a la sociedad, pese a estar terminado en su versión de prototipo. Las razones de ello son varias, por un lado, los entrevistados comentaron el desinterés de una de las empresas que conformaron el CAPP -Aadee- y, por otro lado, mencionaron la imposibilidad de incorporar otras empresas en reemplazo de Aadee debido a que el CAPP no se encontraba cerrado -al menos hasta fines de 2017, momento de realización de las entrevistas a los actores clave- porque faltaba que el INTI termine de cerrar algunas compras de equipamiento que había realizado a lo largo del proyecto. Este último punto, que en este proyecto en

particular fue manejado más armoniosamente debido a la centralidad del IIB en las cuestiones administrativas, representó enormes trabas en otros proyectos. Aun así, el NANOPOC no estuvo exento de trabas burocráticas, dado que el equipamiento partrimoniable debía ser ejecutado por cada unidad, y en el caso del INTI se generaron demoras.

Volviendo a la noción de TPG, según la cual fueron estructuradas las políticas de promoción al sector de nanotecnología en Argentina, los Fondos Sectoriales Argentinos omitieron aspectos cruciales de este enfoque. Así, desde el principio en las bases de la convocatoria al FONARSEC se aclaró que no se iba a financiar la etapa de comercialización. Sin embargo, algunos autores (Ruttan, 2008; Mazzucato, 2013) sostienen que la clave de la evolución en la dinámica tecnológica en las economías centrales se encuentra en la inversión pública, paciente, riesgosa y de largo plazo que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales como las TPG. Así, el Estado se encarga de crear una estrategia proactiva alrededor de un área de alto crecimiento y hacer entender su potencial al sector productivo, financiado tanto la fase incierta de las nuevas tecnologías, así como acompañado también la totalidad de ese proceso, incluyendo la etapa de comercialización. Esto es, la creación de nuevos mercados (Mazzucato, 2013, p. 19). De esta manera, incluso en los países centrales y especialmente en Estados Unidos, el Estado se encarga 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).

Sin embargo, pese a sus deficiencias, los Fondos Sectoriales constituyen 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. Así, a pesar de sus dificultades, los proyectos sirvieron para formar recursos humanos de calidad, lograron fortalecer en ciertos casos las relaciones entre los científicos y la industria –por ejemplo, a través de la creación de una empresa de base tecnológica como lo es Chemtest, incubada en la Fundación Argentina de Nanotecnología, que se llevó a cabo a través de la asociación entre investigadores del IIB y empresarios de Biochemiq. Estos lograron generar experiencia en proyectos de gran magnitud en los grupos de investigación involucrados. En muchos casos, se pudo consolidar la infraestructura y el equipamiento de los centros de investigación y, por último, se logró afianzar el trabajo interdisciplinario entre los investigadores, desarrollando un “lenguaje en común”, algo que fue mencionado como una barrera al inicio del proyecto.

En síntesis, en el caso presentado, el proyecto NANOPOC tuvo múltiples aciertos, entre los cuales se puede mencionar la conformación de una plataforma tecnológica, la apertura de nuevas líneas de investigación, la formación de recursos humanos altamente capacitados, el



fortalecimiento del trabajo interdisciplinar entre los investigadores. En el caso del IIB y la empresa Biochemiq, la consolidación del trabajo entre investigadores y el sector productivo, dio como resultado la creación de una empresa nueva. Este último punto es importante si se tiene en cuenta que uno de los objetivos que se propuso el FONARSEC fue la vinculación entre el sector científico y productivo.

Ahora bien, es importante remarcar que el proyecto se originó desde las instituciones públicas, que fueron las que buscaron posteriormente incluir empresas interesadas. Así, el planteo inicial nació en el INTI y el IIB. Al momento de conformar el CAPP, la parte pública del consorcio ya estaba formada, por lo que no fue necesario integrar otras instituciones públicas. Esto explica el hecho de que las demoras por parte del INTI para desarrollar las nanopartículas magnéticas no fueran contempladas inicialmente. De esta forma, la demanda no provino desde el sector productivo, que fue invitado a participar, mostrando la inexistencia o escasez de empresas locales que estén preparadas en avanzar a la etapa de comercialización, desarrollando industrialmente el prototipo de un producto novedoso.

### Referencias bibliográficas

- Aadee (2017). Sitio oficial de la empresa. Recuperado (15/12/18): <http://www.aadee.com/institucional.php>
- Agropharma Salud Animal (2018). Sitio oficial de la empresa. Recuperado (15/12/18): <http://agropharma.net/acerca-de-nosotros/>
- Amsden, A. (2001). *The Rise of "The Rest": Challenges to the West from Late Industrializing Economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Babones, S. (2005). The Country-Level Income Structure of the World-Economy. *Journal of World-Systems Research*; 11(1), 29-55.
- MINCYT. (2010). Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de Nanotecnología (2010). Recuperado de (18/11/2017): [http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases\\_FSNano\\_2010.pdf](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases_FSNano_2010.pdf)
- Biochemiq (2018). Sitio oficial de la empresa. Recuperado (15/12/18): <http://www.biochemiq.com/compania>
- Block, F. (2008). Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United State. *Politics & Society*, 20(10), 1-38.
- Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995 [1992]). General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'? *Journal of Econometrics*; 65(1), 83-108.
- Chang, H. (2008). *Bad Samaritans. The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*, Nueva York: Bloomsbury Press.
- Chase-Dunn, C. y Reifer, T. (2002). US Hegemony and Biotechnology: The Geopolitics of New Lead Technology. *Institute for Research on World Systems*, Universidad de California.

Disposición N° 002/10 (2010). Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Esmartcity (2018). Un dispositivo portátil diagnostica múltiples enfermedades que se visualizan a través de una App móvil. 3 de diciembre. Recuperado (23/04/19): <https://www.esmartcity.es/2018/12/03/dispositivo-portatil-diagnostica-multiples-enfermedades-se-visualizan-a-traves-app-movil>

Evans, P. (1979). *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. Nueva Jersey: Princeton University Press.

Grosse, R. (1996). International Technology Transfer in Services. *Journal of International Business Studies*

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.

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

Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Buenos Aires: Edhasa.

Hurtado, D. y Souza, P. (2018). Geoeconomic Uses of Global Warming: The “Green” Technological Revolution and the Role of the Semi-Periphery. *Journal of World-System Review*; 4(1), 123-150.

Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017). Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. *Revista Iberoamericana de CTS*; 12(34), 65-93.

Lengyel, M. (2014). Asociatividad para la innovación con alto impacto sectorial. Congruencia de objetivos entre las áreas programática y operativa de los Fondos Sectoriales. Buenos Aires: CIECTI, MINCYT.

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. Recuperado de (13/07/2015): <http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>

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.

PAE (2006). Programa de Áreas Estratégicas. Proyectos aprobados (Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008). Recuperado de (25/10/2014): [http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/PAE\\_financiados\\_web.pdf](http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/PAE_financiados_web.pdf)

PAV (2004). Proyectos Tipo II (Redes) – Financiados. Recuperado de (25/10/2014): [http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/pav2004\\_financiados\\_tipo\\_II.pdf](http://www.agencia2012.mincyt.gov.ar/IMG/pdf/pav2004_financiados_tipo_II.pdf)

Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL*; 75, 115-136.

Pérez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital. The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, UK: Elgar.

Pérez, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shift and socio-institutional change. En E. Reinert (Eds.). *Globalization, Economic Development and Inequality. An Alternative Perspective* (217-242). Cheltenham, UK: Elgar.

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.

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).

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.

Entrevistas realizadas:

Cairó, Fabián. Buenos Aires, 7 de junio de 2017.

Comerci, Diego. Buenos Aires, 13 de julio de 2017.

Fraigi, Liliana. Buenos Aires, 4 de octubre de 2017.

Gigena, Carlos. Buenos Aires, 14 de junio de 2017.

MacDonald, Isabel. Buenos Aires, 22 de marzo de 2018.

Moina, Carlos. Buenos Aires, 12 de septiembre de 2017.