



Revista Iberoamericana de Ciencia,
Tecnología y Sociedad - CTS

ISSN: 1668-0030

secretaria@revistacts.net

Centro de Estudios sobre Ciencia,
Desarrollo y Educación Superior
Argentina

Hurtado, Diego; Lugones, Manuel; Surtayeva, Sofya
Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de
la nanotecnología en la Argentina
Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 12, núm. 34,
febrero, 2017, pp. 65-93
Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92452927003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina

Tecnologias de Propósito Geral e Políticas Tecnológicas na Semiperiferia: o Caso da Nanotecnologia na Argentina

General Purpose Technologies And Policies On Technology In The Semi-Periphery: Nanotechnology In Argentina

Diego Hurtado, Manuel Lugones y Sofya Surtayeva *

65

A fines de los 90, el gobierno de los Estados Unidos decidió comenzar a promover la nanotecnología como la próxima tecnología de propósito general (TPG). Influenciados por esta tendencia, algunos países de la región, entre ellos la Argentina, decidieron dar los primeros pasos en esta nueva área del conocimiento. Este artículo explora la evolución de la nanotecnología en la Argentina como ejemplo de país semiperiférico que se propone desarrollar capacidades institucionales, organizacionales y científico-tecnológicas para promover una TPG en su etapa de "irrupción". Según el discurso de algunos actores locales relevantes, el objetivo principal era hacer más competitiva la economía. Sin embargo, el análisis pone de manifiesto la debilidad de las capacidades organizacionales necesarias para hacer frente al nivel de complejidad del estadio de irrupción de una nueva TPG. El artículo sugiere la inconveniencia del empleo de la noción de TPG para una economía semiperiférica y discute un enfoque alternativo vinculado al concepto de "acortamiento de la brecha".

Palabras clave: nanotecnología, tecnologías de propósito general, semiperiferia

* *Diego Hurtado:* Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Correo electrónico: dhurtado2003@yahoo.com.ar. *Manuel Lugones:* Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. *Sofya Surtayeva:* Universidad Nacional de San Martín y CONICET, Argentina.

Em finais dos anos 90, o governo dos Estados Unidos decidiu começar a promover a nanotecnologia como a próxima tecnologia de propósito geral (TPG). Influenciados por essa tendência, alguns países da região, entre eles, a Argentina, decidiram dar os primeiros passos nesse novo campo de conhecimento. Este artigo explora a evolução da nanotecnologia na Argentina como exemplo de país semiperiférico que visa desenvolver capacidades institucionais, organizacionais e científico-tecnológicas para promover uma TPG em sua fase de “irrupção”. Segundo o discurso de alguns atores locais relevantes, o objetivo principal era tornar a economia mais competitiva. No entanto, a análise evidencia a debilidade das capacidades organizacionais necessárias para enfrentar o nível de complexidade da fase de irrupção de uma nova TPG. O artigo sugere a inconveniência da utilização da noção de TPG para uma economia semiperiférica e discute uma abordagem alternativa relacionada ao conceito de “diminuição da brecha”.

Palavras-chave: nanotecnologia, tecnologias de propósito geral, semiperiferia

At the end of the 1990s, the U.S. government decided to start promoting nanotechnology as the next general purpose technology (GPT). Influenced by this tendency, a group of Latin American countries, Argentina among them, decided to take the first steps in this new field of knowledge. This paper explores the evolution of nanotechnology in Argentina as an example of a semi-peripheral country that aims at developing institutional, organizational and scientific and technological capabilities to promote a GPT in its stage of “irruption”. According to its relevant local actors’ discourse, the main goal was to improve the competitiveness of the Argentine economy. However, our analysis displays the weakness of the organizational capabilities that are needed to meet the level of complexity involved in the irruption stage of a new GPT. This paper suggests the inconvenience of using the notion of GPT for a semi-peripheral economy and discusses an alternative approach related to the concept of “catching up”.

Key words: nanotechnology, general purpose technologies, semi-periphery

Tecnologías de propósito general y semiperiferia

El crecimiento impulsado por las tecnologías de propósito general (TPG) –como la máquina a vapor, la electricidad o la computadora– es de naturaleza diferente al crecimiento motivado por innovaciones incrementales. Una tecnología de propósito general “puede desencadenar una trayectoria de crecimiento desigual, que comienza con una desaceleración prolongada seguida por una aceleración rápida” (Helpman, 2004: 51).¹ Desde la revolución industrial, las TPG son las que, en términos de Schumpeter, producen los “vendavales de destrucción creativa” e impulsan a los sectores industriales que lideran la economía global. La “desaceleración prolongada” citada se refiere al período de reorganización, rediseño de instituciones y aprendizaje que exigen las complejas transformaciones necesarias para la asimilación de una nueva TPG por parte de las estructuras productivas de las economías centrales, que son las que lideran e impulsan estos procesos.

Ahora bien, desde una perspectiva geoeconómica, las nuevas industrias, sostienen Chase-Dunn y Reifer (2002), “son importantes como plataforma para el ascenso hegemónico porque producen enormes beneficios indirectos para las economías nacionales en las cuales emergen (...) y porque generan ‘rentas tecnológicas’”. La raíz de estos enormes beneficios debe buscarse en las políticas tecnológicas e industriales que diseñan los países centrales con el objetivo de construir posiciones dominantes a través del desarrollo y control de las tecnologías que están en la base de estas nuevas industrias. Por esta razón, las TPG pueden entenderse como causas primarias del surgimiento y prolongación de los ciclos de hegemonía del sistema económico mundial.²

67

El término *general purpose technology* fue acuñado por Bresnahan y Trajtenberg (1995 [1992]) en el contexto de la literatura económica sobre cambio tecnológico que, en las décadas de 1980 y 1990, encuentra deficientes las nociones de productividad agregada o total como un indicador de la contribución del cambio técnico a la productividad.³ Rosenberg y Trajtenberg (2004: 65) explican qué es una TPG: 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:

1. Helpman (2004: 51-54) repasa los principales argumentos que buscan explicar estos ciclos de crecimiento económico.

2. Sobre ciclos de hegemonía relacionados con el desarrollo de industrias líderes, véanse: Modelsky y Thompson (1996); Rennstich (2008). La noción de hegemonía en este trabajo alude al poder de un Estado en el ejercicio de funciones de liderazgo y gobernanza sobre un sistema de Estados formalmente soberanos, donde el poder se presenta como una combinación de coerción y consentimiento. Véase, por ejemplo: Arrighi (2010 [1994]: 28-29). Sobre ciclos relacionados a “revoluciones tecnológicas” que redefinen los sectores industriales líderes, si bien existe una ingente bibliografía, el texto de referencia es Perez (2003).

3. Enfoques históricos sobre las TPG pueden verse en Lipsey, Bekar y Carlaw (1998 y 2005) y Ruttan (2006). En Helpman (1998) se presenta una colección de ensayos que examinan diferentes aspectos de las TPG. Como nociones relacionadas, David (1990: 355) habla de *general purpose engine* y Mokyr (2002: 31) de *macroinventions*.

esfuerzos de 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”, es decir, una capacidad de potenciar innovaciones en los sectores de la economía en los que se aplica.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, el aprendizaje organizacional e institucional en gestión de las tecnologías que apuntó a la creciente 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 (Ruttan, 2006; Mazzucato, 2013).^{4,5} Acompañando este proceso a través de estrategias que se proponen emular este patrón de políticas, con diferentes grados de eficacia y rasgos específicos, también debe incluirse al resto de las economías centrales.

El principal motor de la evolución de esta dinámica es la inversión pública en las economías centrales, 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— que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales. En el caso de Estados Unidos, detrás de una densa trama cultural de individualismo y libre empresa se oculta un Estado desarrollista, que impulsa programas de inversión pública masiva con el objetivo de construir ecosistemas de innovación capaces de sostener entramados productivos y mercados globales de estructura oligopólica en los sectores más dinámicos del comercio mundial (Block, 2008; Mazzucato, 2013; Wade, 2014).

En este escenario, la producción académica sobre el surgimiento de las TPG y las dinámicas de crecimiento macroeconómico que desencadena consideran que los aspectos cognitivamente relevantes ocurren casi exclusivamente en el pequeño grupo de las economías centrales y asignan al resto del sistema económico mundial un papel subsidiario de buffer pasivo o recurso de segunda instancia, 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

4. Sobre la nanotecnología como TPG, véase: Lipsey, Bekar y Carlaw (2005: 214-216).

5. Este enfoque de los ciclos de dinamismo de los sectores industriales modulados por los ciclos de vida de las TPG tiene sus raíces en la genealogía teórica sobre los aspectos sistémicos de las dinámicas de innovación. Como antecedente clásico, puede citarse la noción de *clusters* de Schumpeter (1939: 98), concebida para referirse a varias nuevas tecnologías importantes que, por razones técnicas y económicas, tienden a agruparse, formando clusters que podrían tener efectos relevantes sobre la economía durante un período de tiempo y, por lo tanto, conducir a ciclos de negocios u “ondas” de actividad económica de variada duración; Freeman *et al.* (1982) hablan de “sistemas tecnológicos” para hacer referencia a clusters de tecnologías radicalmente nuevas que inducen crecimiento económico (véase también: Freeman, 1992: 81). También la noción de “trayectoria” o “paradigma” de Dosi (1982), como concepto básico para estudiar los procesos de cambio técnico e innovación en un espacio de sentido dado por la convergencia entre economía, tecnología y contexto socio-institucional, es retomado por Perez (2003 y 2009) para definir las nociones de “revoluciones tecnológicas” y “paradigma tecno-económico”.

iniciativas de “deslocalización” en la forma de inversión extranjera directa.⁶ En este sentido, es interesante ver el papel de las periferias en el modelo de paradigmas tecno-económicos de Pérez (2003). Ahora bien, el estatus cognitivo que le asigna el mainstream académico a cada una de las partes del sistema económico mundial es ideológico y político: el papel subsidiario de recurso de segunda instancia que cumplen las periferias en estas conceptualizaciones legitiman el orden económico mundial y la división internacional del trabajo.

En esta estructura, Wallerstein destaca el papel específico de la semiperiferia. “Es la condición normal del sistema mundial tener una estructura de tres capas”, sostiene Wallerstein (1974: 404-405); de lo contrario el sistema se desintegraría, dado que sería “mucho menos estable políticamente, pues esto significaría un sistema mundial polarizado”. En esta misma línea, enfocando el sistema mundial posterior a la Segunda Guerra Mundial, Evans asoció la noción de semiperiferia a países de la periferia con cierta capacidad industrial impulsada por –integrada a– procesos de “desarrollo dependiente”, caracterizados por la presencia dominante de capitales transnacionales en los sectores más dinámicos de la industria. Como consecuencia, sostiene Evans: “La posición distintiva de la semiperiferia en la economía internacional hace que el curso del desarrollo dependiente en estos países sea crítico para el futuro del imperialismo” (Evans, 1979: 33-34, 294-295).

Un corolario de esta perspectiva es que son justamente los países de la semiperiferia los que se presentan como mercados de tecnología codiciados por los países avanzados, ya sea a través de inversión extranjera directa –compra de paquetes accionarios de empresas locales e instalación de subsidiarias, entre otras–, ventas “llave en mano”, pago de regalías, asistencia técnica y demás.⁷ Sin embargo, en tensión con estas ambiciones, los países semiperiféricos son justamente los que aspiran a desarrollar y exportar mayor valor agregado a otros países de la periferia como modo no sólo de evitar el deslizamiento hacia la periferia, sino también de mejorar su influencia y su estatus en el subsistema regional. Para Hall y Chase-Dunn (2006: 49), esta actitud busca transformar la lógica de desarrollo desafiando las reglas de juego que intentan imponer los países centrales. Es decir, en clave del presente artículo, que al pretender desarrollar capacidades para competir en algunos segmentos de aquellos mercados definidos por las aplicaciones comerciales de las TPG, los países semiperiféricos buscan alterar la estructura rigidamente jerárquica del sistema mundial y los roles que el campo de fuerzas geopolítico y geoeconómico

69

6. Sobre procesos de deslocalización, véase también la noción de “espacios económicos homogéneos” en Azpiazu *et al.* (1988: 18).

7. Como indicio del interés de los países centrales en la venta de tecnología a la semiperiferia, citemos un par de ejemplos representativos de un discurso que es difundido por los organismos de gobernanza mundial. En un trabajo publicado por UNCTAD, por ejemplo, Mayer (2000: 2) sostiene que “los países que han importado más de los líderes tecnológicos mundiales han experimentado un crecimiento más rápido en la productividad total de los factores”. En esta misma línea, puede verse Schiff y Wang (2008), quienes afirman que se proponen estudiar “la contribución relativa de la apertura y del contenido de I+D del comercio al crecimiento de la PTF [productividad total de los factores] para la difusión de tecnología relacionada al comercio Norte-Sur”. El primer autor pertenecía al momento de redactar esta cita a la *International Trade Unit* del Banco Mundial.

asigna en la división internacional del trabajo. Por esta razón, en su intento de avanzar en el desarrollo de tecnologías que le posibiliten el acceso a mercados que están en el foco de interés de los países centrales, los países semiperiféricos suelen ser objeto de una multiplicidad de estrategias de obstaculización o bloqueo.⁸ Como explican Ragin y Chirot (1995 [1984]: 298): “El centro necesita una semiperiferia para el balance del sistema, pero también teme la rivalidad de los estados semiperiféricos avanzados (...) si ellos son muy exitosos, pueden ser frustrados por acción del centro”.

De esta forma, poner en riesgo los intereses comerciales de los países centrales suele ser conceptualizado por la “lógica” hegemónica como una alteración del equilibrio y, por lo tanto, de la “estabilidad” del sistema mundial. Es así que, por lo menos desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, países de la semiperiferia como la Argentina y Brasil intentaron ingresar, con diferentes grados de eficacia, a segmentos de sectores industriales basados en TPG, como aeronáutica, nuclear, espacial, semiconductores y TIC, con un balance de medio siglo magro y enormes costos de transacción políticos y económicos.⁹ En la actualidad también intentan desarrollar capacidades en áreas como biotecnología, materiales avanzados o nanotecnología.¹⁰ Como primera aproximación a estas experiencias, digamos que los países semiperiféricos logran ocasionalmente ingresar y competir con relativo éxito en segmentos dinámicos de alguna TPG solamente cuando ésta ya ha entrado en su fase de madurez y decrece el interés de las economías centrales, que ya están explorando y decidiendo nuevas direcciones de innovación radical.¹¹ Ruttan (2006: 164) explica que, cuando una TPG madura y deja de ser una fuente dinámica de crecimiento en el país de origen, “como resultado de la transferencia internacional de tecnología, puede convertirse en una fuente dinámica de crecimiento de los países técnicamente menos avanzados”.

En este contexto, el concepto de TPG debe comprenderse, por su propia definición, como una categoría dependiente del contexto. Es decir, que sólo tiene sentido cuando se lo aplica a las dinámicas de innovación y crecimiento de las economías centrales. Desde esta perspectiva, puede ser un error conceptual con consecuencias muy negativas centrar en las TPG las políticas tecnológicas e industriales de países semiperiféricos. Una política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) de escala nacional centrada en las TPG supone niveles de inversión pública y privada, de diseño institucional y de redes organizacionales público-privadas, así como de capacidades para impulsar políticas exteriores que puedan ejercer influencia sobre los organismos de gobernanza mundial –OIEA, OMC, Consejo de Seguridad de la

8. Un estudio sobre este tipo de estrategias para el caso de la tecnología nuclear puede verse en: Hurtado (2015).

9. Ver, por ejemplo, sobre Brasil y Argentina y algunas TPG: Adler (1987), Azpiazu *et al.* (1988), Goldstein (2002), Riberiro de Andrade (2006) y Hurtado (2014).

10. Sobre biotecnología en la Argentina, véase, por ejemplo: Pellegrini (2013: 133).

11. A medida que una TPG madura tienden a declinar las complementariedades que hacen de la TPG un “motor de crecimiento” (*engine of growth*), según la expresión utilizada por Bresnahan y Trajtenberg (1995 [1992]).

ONU, Banco Mundial y BID, entre otros—, todos recursos que, en general, suelen no estar al alcance de las capacidades económico-financieras, técnico-burocráticas y políticas de los países semiperiféricos.

Nos interesa en este trabajo explorar el caso de la nanotecnología y la nanociencia (NyN) en la Argentina como ejemplo de país semiperiférico que se propone concentrar una parte importante de sus recursos de financiamiento público y de gestión en el desarrollo de capacidades para que una TPG que está en la etapa de irrupción se oriente a mejorar la competitividad de su economía.¹² ¿Es viable este enfoque?

La construcción política de una nueva TPG

El desarrollo de la NyN no es un producto espontáneo de la evolución del mainstream científico-tecnológico. Por el contrario, es el producto de un proceso de toma de decisiones de un grupo de actores involucrados en la definición de las políticas industrial y tecnológica de Estados Unidos que, a fines de la década del 90, asumió: i) que el gobierno norteamericano debía ser un promotor decisivo en la movilización de iniciativas organizacionales para impulsar el desarrollo de la NyN a través de la convergencia de los sectores de la economía y la defensa que se podrían beneficiar con esta iniciativa; y ii) que se necesitaban inversiones públicas de gran escala —inaccesibles para los países periféricos y semiperiféricos— en un esfuerzo por asegurar una rentabilidad comercial capaz de sostener el dinamismo y la competitividad de la economía norteamericana. Esta estrategia —impulsada por un organismo gubernamental, el *National Science and Technology Council* (NSTC), creado por iniciativa de Bill Clinton en 1993, que a su vez impulsó cinco años más tarde el *Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology* (IWGN)— involucró a trece agencias federales (Motoyama *et al.*, 2011: 109, 110, 115).¹³

71

En marzo de 1999, el IWGN propuso impulsar un programa de escala nacional en NyN. De esta forma, en agosto de 2000, se formaliza la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) y el NSTC reemplaza el IWGN por un subcomité llamado *Nanoscale Science, Engineering and Technology* (NSET). Finalmente, en enero de 2001 fue creada la *National Nanotechnology Coordination Office* (NNCO) para proveer apoyo administrativo y técnico al NSET en la elaboración de presupuestos y evaluación de programas, además de coleccionar información sobre las actividades de investigación,

12. Utilizamos la noción de “irrupción” de Perez (2003: 39, 49-50), como el momento de ruptura en la trama de la economía a lo largo de varias líneas de tensión, como nuevos sectores y sectores maduros, firmas modernas y firmas aferradas a viejas prácticas, entre otras. Perez también señala rupturas en las capacidades de las firmas, de la población trabajadora, rupturas regionales e internacionales. Entre estas últimas, “la fortuna de aquellos países que se suben a la ola de las nuevas tecnologías y aquellos que son dejados atrás”.

13. Entre las principales agencias federales involucradas, pueden mencionarse la *National Science Foundation*, el *Department of Defense*, el *Department of Energy*, el *National Institute of Health* (NNI, 2006: 29-30).

desarrollo y comercialización de la NyN, tanto en la industria y el Estado como a nivel internacional (NNI, 2006: 17). El diseño de esta compleja red de organizaciones fue acompañada por un caudal creciente de financiamiento, que pasó de 255 millones de dólares en 1999 a 464 millones en 2001, y que alcanzó los 1781 millones en 2010, “una de las mayores inversiones del gobierno [norteamericano] en tecnología desde el programa Apollo” (Motoyama *et al.*, 2011: 110).

Una carta del Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología del Presidente (PCAST) al presidente Clinton, en 1999, explicaba: “Creemos que la Administración debería hacer de la NNI una máxima prioridad. El continuo liderazgo económico de América [Estados Unidos] y la seguridad nacional en el siglo XXI requerirán un incremento significativo y sostenido en I+D en nanotecnología en los próximos 10 a 20 años. Apoyamos firmemente la financiación robusta y la estrategia de investigación que han sido propuestas por el IWGN del NSTC” (PCAST, 1999).

Este escenario es un buen ejemplo de una política industrial oculta del Estado norteamericano. Como explican Motoyama *et al.* (2011: 110): “De esta manera, el gobierno federal interviene no solamente a través de la asignación de un presupuesto masivo, sino también a través de redes asociadas con un gran entramado de múltiples agencias”. En esta misma línea, Mazzucato (2013: 85) sostiene que el gobierno norteamericano “no solamente seleccionó la nanotecnología como el sector para respaldar con mayor fuerza (...) sino que también procedió a lanzar la NNI, a evaluar las reglas y las regulaciones concernientes a la nanotecnología, estudiando los variados riesgos involucrados y transformándose en el mayor inversor, incluso yendo más lejos que lo hecho en la biotecnología y las ciencias de la vida”.

Por último, interesado en comprender comparativamente las debilidades de las políticas que promueven la NyN en América Latina, Delgado (2007: 167-168) explica que otro rasgo crucial del proceso de creación del NNI liderado por Estados Unidos es su “sesgo empresarial”. Este autor destaca que el consejo del PCAST incluye entre sus miembros a más de veinte representantes de la cúpula del poder corporativo empresarial y militar norteamericano, como Lockheed Martin, Honeywell, Intel, Dell o GlaxoSmithKline, entre otros.

En América Latina, tres países –Brasil, México y la Argentina– concentran la mayor parte de las actividades de NyN. Sin embargo, si bien en la retórica oficial de estos tres países se justifica la necesidad de invertir en NyN a partir del efecto multiplicador que produciría en la mejora de la competitividad de sus economías en el corto plazo –matriz de argumentación que en adelante vamos a llamar “retórica de la competitividad”–, las agendas definidas por estos tres países, con especificidades propias, como sostiene Delgado (2007: 173), “están particularmente subsumidas a la dinámica de la Nanored estadounidense”. En esta misma dirección, Foladori e Invernizzi (2013: 36-37), explican que, desde fines de los 90, las primeras iniciativas

14. Véase, por ejemplo: Brahic y Dickson (2005).

de inversión en NyN en algunos países de América Latina fueron acompañadas por un discurso difundido por organismos internacionales como el Banco Mundial, que enfatizaban las potencialidades de la nanotecnología “para lograr competitividad internacional, lo que puede conducir su desarrollo a las demandas del mercado internacional”, salto cualitativo que, se argumentaba desde las fuentes de promoción de los países centrales, era necesario para insertarse en los mercados globales dominados por la “economía del conocimiento” (Foladori e Invernizzi, 2013: 37).¹⁴ Contrariamente a esta matriz de argumentación, “la investigación en nanotecnología en los países de América Latina ha sido configurada, dentro de las redes académicas internacionalizadas, entre investigadores nacionales y sus pares de EEUU y países de la Unión Europea, los que pueden influenciar las agendas de investigación local a partir de las necesidades extranjeras” (Foladori e Invernizzi, 2013: 37).

De este escenario surgen algunos interrogantes cruciales: ¿existe alguna posibilidad de que un país semiperiférico pueda involucrarse en el desarrollo de la NyN con un impacto positivo para su economía en el corto o mediano plazo, o bien, como demuestran las trayectorias de otras TPG, este impacto sólo será posible cuando la NyN comience, dentro de por lo menos dos décadas, a transformarse en una tecnología madura?; ¿hasta qué punto organismos como el Banco Mundial, BID, OEA, UNESCO o la OCDE promueven “la retórica de la competitividad” y financian colaboración en NyN con países periféricos y semiperiféricos para impulsar la transformación de sus economías?; o, por el contrario, ¿lo hacen para integrar subordinadamente a los grupos de investigación de estos países con el fin de ayudar a construir el nuevo mercado global que acompañe la estrategia del gobierno norteamericano –y, detrás, las economías centrales afines– con el objetivo de mantener el liderazgo económico y militar?

73

Existen semejanzas sugerentes entre este escenario y los procesos de construcción de mercados globales de estructura oligopólica centrados en las aplicaciones comerciales de tecnologías concebidas como de propósito general: el sector nuclear a partir del programa Átomos para la Paz; el sector de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y otros insumos para la “nueva agricultura” a partir de las iniciativas que acompañaron a la llamada “revolución verde”; o de las TIC y la biotecnología en los años 80. Cada uno de estos casos presentó especificidades, por un lado, propias del contexto geopolítico y geoeconómico global y, por otro lado, propias de las capacidades de diseño de políticas industriales y tecnológicas de Estados Unidos, que se van incrementando a lo largo de las décadas. Por ejemplo, en los casos de las TIC y la biotecnología, un rasgo novedoso fue lo que algunos autores caracterizaron como “la privatización de la ciencia”, proceso que fue acompañado con la globalización de marcos jurídicos de protección de la propiedad intelectual que imponen restricciones crecientes al desarrollo económico de los países no centrales.¹⁵

15. Véanse, por ejemplo: Correa (1997), Krinsky (1999) y Chang (2008: 141).

La “retórica de la competitividad” y la NyN en la Argentina

Las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN en la Argentina tuvieron lugar en 2004. Las mismas corrieron por dos carriles diferenciados. Por un lado, luego del “Taller sobre las Nanociencias y las Nanotecnologías en la Argentina”, organizado a mediados de marzo por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) –dependiente del Ministerio de Educación–, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) –dependiente de la SECyT– identificó la necesidad de impulsar la creación de redes de investigación en NyN. Este diagnóstico motivó que, a comienzos de noviembre, en la convocatoria de proyectos de una nueva línea de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, llamado Programa de Áreas de Vacancia (PAV), se incluyera una partida financiera específica (Andrini y Figueroa, 2008: 27). En marzo de 2005 se dio a conocer que el PAV financiaría las primeras cuatro redes científicas en NyN, de las cuales participaban instituciones como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y varias universidades, con un subsidio para cada red del orden de 900.000 pesos –aproximadamente 300.000 dólares–, alrededor de 250 investigadores involucrados y de una cantidad equivalente de estudiantes de doctorado.¹⁶ Estas redes iban a comenzar a ser financiadas recién en 2007 y funcionarían hasta mayo de 2011 (PAV, 2004; Salvarezza, 2011: 18).

74

Por otro lado, también a principios de 2004, el entonces ministro de Economía, Roberto Lavagna, había anunciado el lanzamiento de un programa para el desarrollo de la nanotecnología que iba a posibilitar la fabricación en el país, explicaba, de semiconductores y chips a partir de una asociación estratégica con la empresa multinacional *Lucent Technologies* (ex *Bell Laboratories*). Sobre el origen de este vínculo, comentaba Lavagna: “Tomando contacto con centros de excelencia, identifiqué a quien dirigió las tesis de cuatro argentinos que trabajan en nanotecnología en la que es probablemente la empresa más importante del mundo en la materia, *Lucent*. Inmediatamente respondieron y vinieron a la Argentina. Pero no vinieron a título personal, sino que lo hicieron con autorización de su empresa”.¹⁷

Inicialmente se había hecho público que iban a participar la CNEA y la empresa de tecnología INVAP –Sociedad del Estado surgida a mediados de los años setenta como desprendimiento del plan nuclear y desde la década de 1990 en proceso de diversificación–, aunque se extendía la invitación a todas aquellas empresas argentinas que desearan sumarse a la iniciativa. Daniel López, un investigador argentino miembro del *Nanofabrication Research Lab* de *Lucent* explicaba en una nota periodística que el Centro Atómico Bariloche (CNEA) había estado colaborando con *Lucent* desde hacía unos pocos años, así que las dos partes buscaron el acuerdo: “La compañía norteamericana entrenará científicos argentinos, e investigadores de *Lucent* trabajarán en proyectos argentinos”, explicaba López.¹⁸

16. Para más detalles sobre este programa, puede verse: Andrini y Figueroa (2008: 27-28).

17. Citado en: Caligaris (2004).

18. Citado en: Sametband (2005).

Lavagna sostuvo por esos días que “la nanotecnología es lo más importante que hay por delante y la Argentina hace su apuesta”. También sostuvo que “las áreas centrales de [aplicación de] la nanotecnología son medicina, óptica, industria automotriz, bienes de capital, comunicaciones e informática” y que “cada cuarto limpio para producir nanotecnología cuesta 400 millones de dólares”, pero que, a partir del acuerdo que él mismo se había encargado de impulsar, “se utilizarán los cuartos limpios de *Lucent*”, en New Jersey.¹⁹ En este caso, la retórica de la competitividad iba acompañada de la aceptación implícita de que la “colaboración” con una empresa trasnacional norteamericana era desinteresada, a juzgar por la ausencia de argumentos que explicaran o intentaran dilucidar cuál era el interés de *Lucent* para asumir este compromiso.

A fines de abril, Lavagna firmó el Decreto 380, por el cual se creaba la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) como emprendimiento asociado a *Lucent*; se conformaba un directorio presidido por el secretario de Industria e integrado por representantes de la CNEA y de *Lucent*, que debería poner a disposición de investigadores argentinos pruebas de diseño y otras actividades conexas en sus instalaciones.²⁰ Finalmente, también se comprometía al Estado argentino a aportar 10 millones de dólares en los próximos cinco años (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

A fines de mayo, la Asociación Física Argentina (AFA) hizo conocer sus críticas al Decreto 380. Ante todo, la AFA consideraba “muy auspicioso” que el gobierno estuviera decidido a invertir en el área “en la que el mundo desarrollado está haciendo las más grandes inversiones”. Lo que cuestionaba eran “los procedimientos utilizados para la creación de la FAN”, que no eran los previstos por la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación.²¹ Y agregaba que se debía aprovechar el criterio y la experiencia de investigadores locales “al momento de buscar y decidir cuál o cuáles van a ser los nichos que más convienen a su desarrollo”. Finalmente, sostenía que el resultado de estas inversiones debería incrementar las capacidades existentes, “evitando que se generen nuevas estructuras a costa de lo logrado hasta el presente” (AFA, 2005). También se dieron algunos debates al interior de la FAN acerca de si la Argentina sólo debería contar con instalaciones para la caracterización de nanodispositivos que se fabricarían en *Lucent* o si también debería invertirse en instalaciones para la manufactura. Los partidarios de esta última opción se reunieron con Lavagna para solicitar 10 millones de dólares adicionales, que finalmente no fueron autorizados.

En paralelo, la diputada Lilia Puig de Stubrin, que presidía la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados de la Nación, cuestionando la adjudicación directa de fondos a una fundación en la que participaba el sector privado, explicaba que la FAN había sido creada “por fuera del marco legal que regula las actividades de

19. Citado en: IDEA (2004). Véase también: La Capital (2004).

20. Boletín Oficial 30.643 del 29 de abril de 2005.

21. Ley 25.467, sancionada en 2001.

ciencia, tecnología e innovación productiva” y “sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología” (*El Litoral*, 2005). A comienzos de junio, por recomendación de la Comisión encabezada por Puig de Stubrin, el Parlamento argentino sancionó la Ley que impulsaba el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías, que afirma en el Artículo 3 que se propone 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).²²

Nos interesa mostrar los fundamentos de esta ley con algún detalle, dado que son un componente necesario a favor de la plausibilidad del argumento que se presenta en este artículo. Con referencia a la iniciativa de Lavagna, en los fundamentos de la Ley se expresaba: “Preocupa la creación por fuera del sistema científico y por vía del Ministerio de Economía y Producción, sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, en la formación de la Fundación con fondos del Estado Nacional, sin que se conozca el criterio (del organismo especializado en el tema), sobre la viabilidad técnica” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

A continuación se señalaban los “claros conflictos de interés” que surgen de las atribuciones que otorga el Decreto 380 a la FAN, que “rompe completamente con la lógica de la legislación vigente” en lo que hace al “diseño de políticas e instrumentos de promoción de actividades de ciencia, tecnología e innovación”, “la financiación de actividades CTI [Ciencia, Tecnología e Innovación]”, “la ejecución y desarrollo de las actividades CTI” y “la evaluación de los resultados de actividades CTI”. Poniendo de manifiesto la clara conciencia que tenían los autores de este documento sobre la incongruencia que ponían de manifiesto la falta de compatibilidad entre, por un lado, la retórica de la competitividad y, por otro lado, las debilidades concretas del escenario local, en estos mismos fundamentos de la ley se expresaba: “Señor Presidente, hay que ser sumamente cuidadoso en los instrumentos que se presentan para desarrollar nuevas áreas de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación productiva, sobre todo en áreas en donde la Argentina tiene una muy incipiente experiencia en términos internacionales y en donde no se dispone ni del equipamiento, ni del personal ni de las industrias con capacidad para el desarrollo de productos vinculados a la nanotecnología” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Luego de afirmar que los mecanismos concebidos en el Decreto 380 “parecen beneficiar solo a un reducido grupo de investigadores que tienen contactos

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

personales con una empresa extranjera particular”, se reconoce también que el decreto “no ha sido fundamentado con ningún estudio que demuestre que esa es la mejor estrategia para el desarrollo de productos específicos vinculados a la nanotecnología”. Con referencia a la alusión del proyecto de Lavagna a los 400 millones de dólares que costaba cada sala limpia, se explicaba: “Lo que no se menciona en el proyecto legislativo es el costo de operación y mantenimiento anual de una sala de estas características, que puede llegar a ser entre 10 y 20 millones de dólares (equivalente al 7% de la inversión anual de todo el sistema de C&T [Ciencia y Tecnología] del país en todas sus áreas)” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Finalmente, reconociendo que “solo en Estados Unidos se han invertido en los últimos años, en infraestructura, equipamiento y recursos humanos, cerca de 10.000 millones de dólares (entre el sector público y privado)”, los fundamentos de la ley concluían: “Señor presidente, los estudios prospectivos en la literatura científico-tecnológica especializada determinan que las nanotecnologías comenzarán a movilizar la frontera del desarrollo de nuevos productos recién entre los años 2020 y 2050 (...) Debería existir una decisión política de muy largo plazo en qué [sic] 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).

Si bien, coherentes con este alegato, se presentaban con cierto detalle algunas áreas muy acotadas en las que algunos países en desarrollo ya habían comenzado a impulsar actividades de investigación y desarrollo –como la India o Brasil, entre otros–, como si el documento hubiera sido concebido por dos lógicas divergentes (o por dos grupos de actores con concepciones antagónicas), a continuación se olvidaban todas las afirmaciones anteriores para enfatizar la necesidad de incentivar “la interacción entre los expertos europeos y argentinos en áreas como biosensores, nanotubos, Nano-electrónica, modelos computacionales, fabricación de micro & nanotecnologías y nanomateriales” y para explicar que se había alcanzado “el compromiso de los investigadores europeos a iniciar proyectos colaborativos (STREPS) entre la Argentina y la Comunidad Europea en las áreas antes mencionadas”, en el contexto de las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

Ahora bien, difícilmente podría esta estrategia favorecer la competitividad de la economía argentina –ni en el corto ni en el mediano plazo– si se tiene en cuenta que este programa tenía como principal objetivo “contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación”, “a la integración de los esfuerzos y actividades de investigación a escala europea”, “al desarrollo de las PYME en la sociedad del conocimiento, así como a la utilización de su potencial económico en una Unión Europea ampliada y mejor integrada”, “a elevar el nivel global de rendimiento de Europa y a aumentar la capacidad europea en este campo, ayudando a las empresas y a los innovadores en su esfuerzo por trabajar a escala europea y en los mercados internacionales”, entre otros (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

De esta forma, a pesar de la claridad con la que los fundamentos de la nueva ley argentina habían logrado caracterizar las limitaciones estructurales de la Argentina para embarcarse en lo que aparecía en el horizonte como la próxima “frontera del desarrollo de nuevos productos” —una nueva TPG será el término que utilizarán más tarde los actores relevantes de esta trayectoria—, la nueva ley argentina retornaba a la lógica internacionalista de la inversión en conocimiento de frontera y de integración subordinada a los centros internacionales: “Asimismo, se delineó la posibilidad de incluir a investigadores argentinos en redes de excelencia ya conformadas”, se explicitaba (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Durante esos mismos días —entre septiembre de 2005 y marzo de 2006— se produjo una tensa polémica al hacerse público que por lo menos un proyecto vinculado a las actividades de NyN en el CAB estaba siendo financiado desde 2003 por la Oficina de Investigación Naval del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Entre los episodios relevantes, se destacaron la intervención del Comité Nacional de Ética en Ciencia y Tecnología, que emitió un comunicado que sugería la necesidad de regular las investigaciones y limitar aquellas financiadas por fuerzas armadas extranjeras, y también del Comité de Ciencia y Tecnología del Parlamento argentino, que realizó un pedido de informe. También circuló una carta crítica del gremio Asociación de Trabajadores del Estado (ATE) y se publicaron numerosos artículos periodísticos (Foladori, 2006; Fainstein, 2006).

78

Lavagna debió dejar su cargo de ministro en noviembre de 2005 y la FAN fue puesta en marcha bajo la gestión de su reemplazante, Felisa Miceli, que cambió la orientación, desplazando la posición dominante de *Lucent*. En agosto de 2006, Miceli creó el Consejo Asesor de la FAN e hizo público que esta fundación financiaría entre el 50 y el 80% del costo total de las iniciativas que se seleccionaran, con un monto máximo de dos millones de dólares. Se aclaraba que no se definía un monto mínimo con el objeto de permitir la participación de las pymes. “El país tiene una oportunidad en este campo y creemos que se debe promover la investigación relacionada a la producción”, explicaba Miceli. Por su parte, Lino Barañao, tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, sostenía: “La nanotecnología va a impactar en toda la cadena productiva y por eso desde la Fundación pretendemos generar financiamiento para todos los proyectos viables”.²³ Por estatuto, la FAN continuaba disponiendo de los 10 millones de dólares, que originalmente le había asignado Lavagna, para invertir en los siguientes cinco años.

A esta altura ya se ponía en evidencia la falta de capacidades para comenzar a dar los primeros pasos en la organización de un área incipiente de NyN. Por un lado, si bien la estrategia de Lavagna había ubicado el centro de gravedad del lado empresarial, no se veía cómo entraban las empresas nacionales o de qué manera la economía argentina capitalizaría esta colaboración. Por otro lado, la SECyT tomó como punto de partida las recomendaciones de un grupo de científicos. Al retirarse Lavagna e imponerse esta última orientación, si bien se cortaba el vínculo con *Lucent*,

23. Citados en: *Clarín* (2006).

comenzó a dominar una lógica que tendía al financiamiento de proyectos por área de conocimiento, dado que se centraba en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar todas las variables adicionales propias de las actividades de innovación productiva. El factor empresarial iba a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales.

Nuevos recursos para la gestión de NyN y la creación del MINCYT

A fines de 2006, la ANPCyT abrió la convocatoria del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) para financiar aquellas áreas que habían sido seleccionadas por el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (2006-2011). Se financiaron dos proyectos de NyN. En uno de ellos, que recibió poco más de 9 millones de pesos (aproximadamente tres millones de dólares), participaban la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires, el CONICET y la CNEA por el sector público y las empresas INVAP (como sociedad del Estado de la provincia de Río Negro), Nanotex, Darmex y B&W. En el otro proyecto, que recibió poco más de 6.200.000 pesos (poco más de dos millones de dólares), participaban la CNEA, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), el INTI, la Universidad Nacional de San Martín y la Universidad Nacional del Sur por el sector público y las empresas Laboratorio Craveri y Aupet (PAE, 2006).

En un artículo periodístico de 2007 donde se presentaban declaraciones de los principales referentes argentinos en NyN, se explicaba que “ya existen en el mercado mundial más de 720 productos que usan nanotecnología: protectores solares, cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, barnices, chips electrónicos, sensores y dispositivos para diagnóstico”. Daniel Lupi, entonces director del Centro de Electrónica e Informática del INTI y futuro presidente de la FAN, explicaba: “El valor adicional de utilizar nanotecnología en un producto servirá para beneficiar, en las primeras etapas, a las empresas que ya fabrican un producto determinado”. En el mismo artículo, también opinaba Barañao, quien en pocos meses más quedaría a cargo del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT): “La única manera de actuar inteligentemente es a través de la generación de patentes propias que no interfieran con las patentes extranjeras. Hay que aprovechar este tiempo inicial para realizar las innovaciones que más le convengan al país y negociar a futuro con otras naciones. Es decir, poder revertir la situación donde una empresa copa el mercado o controla una tecnología clave, como en el caso de las semillas de Monsanto”.²⁴

En este punto, parece claro que en el discurso se asumía que apostar a la adopción de una nueva TPG supone procesos de crecimiento muy diferentes al que supone el crecimiento por innovaciones incrementales. Sin embargo, lo que aparecía en el discurso no se iba a reflejar en una concepción más o menos sistémica de las políticas para el área que fuera acorde a los objetivos explicitados. Por ejemplo, se

24. Citados en: *Premici* (2007).

necesitaban empresas que estuvieran dispuestas a aprender cómo incorporar la nueva TPG y de iniciativas que las ayudaran a afrontar “el desarrollo de los muchos insumos complementarios”, así como el “prolongado proceso de ajuste que incluye la reorganización de los lugares de trabajo” que además llevaría a la diversificación de los recursos presupuestarios, el entrenamiento del personal y demás. (Helpman, 2004: 51-52). Y complementariamente, desde el sector público hacían falta nuevas capacidades de coordinación entre la SECyT y, por ejemplo, los Ministerios de Economía e Industria, la producción de estudios sobre cadenas de valor, estudios enfocados en los marcos regulatorios que serían adecuados y formación de competencias para la comercialización, entre otros aspectos. Estas necesidades parecían perentorias si se consideraba la asimetría existente en el nivel de inversiones en NyN entre la Argentina y las economías centrales, el nivel de extranjerización de la economía argentina, la falta de diagnósticos o lineamientos de políticas que marcaran un rumbo a partir de metas y objetivos, la escasa experiencia tanto de funcionarios como de científicos y tecnólogos en algunos eslabones en la gestión de tecnologías.

En conjunto, la percepción inicial de los actores que impulsaban la FAN parece asumir que estas condiciones son asimilables a partir del financiamiento de proyectos de I+D que promuevan alianzas público-privadas. Todo esto impulsado de manera autónoma desde la SECyT. Alguna mano invisible se encargaría de ir generando procesos de reorganización sistémica que harían que la NyN finalmente impactara sobre el desempeño económico de algún sector potencial de empresas nacionales nunca dimensionado y que de esta forma se podría salir a competir en segmentos de cadenas de valor global.

Ahora bien, en el mismo artículo periodístico que citaba a los referentes de la FAN, la investigadora mexicana Silvia Ribeiro, del Grupo ETC —organización civil centrada en el monitoreo tecnológico y “el desarrollo de tecnologías socialmente responsables que sirvan a los pobres y marginados”—, desde el extremo opuesto al posicionamiento ideológico de los actores que impulsaban la NyN, sostenía que ya existía la posibilidad de detectar los estrechos límites con que contaban las iniciativas que impulsan la NyN en los países de la región: “Algunos países latinoamericanos, como la Argentina, Brasil, México y Chile, creen que se posicionarán en el mercado si invierten en investigaciones nanotecnológicas. En realidad, debido al fuerte control de la tecnología en manos de grandes corporaciones, así como a la realidad de las patentes nanotecnológicas, quienes pueden aprovechar estas iniciativas son los mismos núcleos de control”.^{25 26}

A fines de 2007, con la creación del MINCYT se esperaba dar un salto cualitativo en las capacidades para el diseño y aplicación de políticas para el sector. La FAN pasó a depender del nuevo ministerio y, a fines de abril del año siguiente, realizó una

25. Sobre el Grupo ETC, puede verse: <http://www.etcgroup.org/es/content/nuestro-trabajo-y-principios>. Consultado el 14/01/2015.

26. Citado en: Premici (2007).

convocatoria donde se anunciaba que se habían presentado veinte empresas “que tienen proyectos avanzados o productos con una base de nanotecnología” (*El Cronista*, 2008). Lidia Rodríguez, coordinadora de la FAN, sostenía un principio de política cuya compatibilidad con las afirmaciones de los actores antes citados no estaba clara: “La fundación no financia la innovación sino que apuntamos a los desarrollos ya avanzados. Es decir que financiamos un porcentaje del proyecto, en sus últimas etapas”. Y agregaba: “Y detrás de esta financiación, el Estado se asocia como inversor de riesgo. La financiación de riesgo en Argentina todavía es muy difícil de conseguir. Existen muchos bancos que tienen capacidad para financiar pero no se animan a hacerlo. Pero si nosotros mostramos que es factible apostar por este tipo de proyectos, otras entidades se sumarán”.²⁷

Rodríguez también señalaba que “ya estamos trabajando con el Banco Santander”.

Inicialmente, la FAN se asoció con CONAE, INTI y CNEA, aunque también se mencionan algunas empresas, como la pyme Darmex o Nanotek, que aplicaba la nanotecnología a la producción de catalizadores para el tratamiento químico de efluentes industriales y cursos de aguas contaminadas. También se explicaba que la Argentina ya contaba con 11 patentes, frente a las 45 de Brasil y las 20 de México, sobre un total de 726 patentes registradas en mayo de 2005 por la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (US PTO) (*El Cronista*, 2008).²⁸

En términos generales, hasta el 2008, de acuerdo con la ANPCyT, ahora dependiente del MINCYT, se habían financiado 163 proyectos en NyN por un monto total de poco más de 56 millones de pesos (aproximadamente 18 millones de dólares), de los cuales 132 pertenecían a la convocatoria de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT), de baja escala de financiamiento —en total alrededor de 22 millones de pesos (aproximadamente siete millones de dólares)— para ciencia aplicada o desarrollos tecnológicos que no exigían vinculación con el sector privado (Vila Seoane, 2011: 101). Ese mismo año se creó el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), a partir de un proyecto PAE del MINCYT, involucrando alrededor de 80 investigadores.²⁹ También se instaló en uno de los institutos del CINN, en noviembre de 2009, equipamiento por un valor de alrededor de 4,4 millones de dólares y 370.000 dólares en obras edilicias (*La Nación*, 2009).

En 2010, la ANPCyT inició el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), probablemente la iniciativa más original y eficaz, que iba a significar un salto cualitativo importante en materia de PCTI. La condición novedosa de este programa era que solo podían aplicar “consorcios público-privados”, figura jurídica

27. Citado en: *El Cronista* (2008).

28. Sobre el panorama de patentes de países latinoamericanos en NyN, puede verse: Pastrana *et al.* (2012).

29. Conformaron el CINN el Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE de la Universidad de Buenos Aires y el CONICET), el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (Universidad Nacional de La Plata y CONICET), el Centro Atómico Bariloche (CNEA) y el Centro Atómico Constituyente (CNEA).

que formalizaba la sociedad entre instituciones públicas y empresas para impulsar emprendimientos tecnológicos conjuntos. Este programa definió dos grupos de fondos: los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) y los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS). Los FTS, creados ese mismo año, se iban a concentrar en nanotecnología, biotecnología y TIC.³⁰ 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: 4-5).³¹

El análisis impulsado por la Secretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del MINCYT había llevado a seleccionar cuatro líneas generales: nanocompuestos, nanointermediarios, productos o bienes finales, y formación de recursos humanos. Como parte del proceso se señaló la necesidad de buscar ventajas competitivas para que el apoyo estatal no termine siendo aprovechado fuera del país, riesgo especialmente presente en los primeros eslabones de la cadena de valor, como nanocompuestos y nanointermediarios. Con este fin se buscó apoyar “nichos muy específicos en los que la investigación aplicada esté muy cerca del producto final y cuyos resultados sean de apropiación colectiva, o consistan en aplicaciones de gran impacto socioeconómico o se potencien líneas de producción ya establecidas en la Argentina”.³² La convocatoria cerró en septiembre y fueron aprobados ocho consorcios, que recibieron 13 millones de dólares (Vila Seoane, 2011: 104-106).³³

82

Al año siguiente, el MINCYT y la Comunidad Europea acordaron un proyecto en el marco del programa de fortalecimiento del empleo de las pequeñas y medianas empresas en el área de nanotecnología por un monto de 16 millones de euros. En términos generales, la inversión total en NyN realizada por la Argentina en el período 2006-2011 podría estimarse en 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011: 18-19). En 2012, la NyN se presentó como un componente central del plan “Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015”, donde explícitamente se asumía que la PCTI que se iba impulsar a escala nacional se iba a estructurar alrededor de tres TPG, una de ellas la NyN: “La estrategia de focalización implica una conceptualización novedosa para las políticas de CTI [ciencia, tecnología en innovación], que supone la identificación de

30. Un concurso abierto realizado por la ANPCyT seleccionó a dos consultoras para un estudio por cada una de las tres áreas: MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados (Sommer, 2009). A partir de estos estudios se iban a definir las áreas de intervención. Por su parte, los FTS fueron un componente del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social – Préstamo BIRF N° 7599-AR (Lengyel, 2014: 4).

31. Los FTS fueron un componente del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social – Préstamo BIRF N° 7599-AR (Lengyel, 2014).

32. Citado en Lengyel (2014: 28). Los temas fueron: nanoarcillas, y aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, que derivan del área temática nanomateriales; nanoencapsulados, que deriva del área temática nanointermediarios; y MEMS, derivado del área temática nanosensores (derivada del área estratégica de nanoproductos).

33. Resolución ANPCyT 003/11, de enero de 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.

oportunidades de intervención en entornos territoriales específicos a partir de la articulación de tecnologías de propósito general (TPG) con sectores productivos de bienes y servicios, en lo que se define como núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE)” (MINCYT, 2012: 41).

Poco más adelante, el documento explica que se propone “fomentar las interfaces” entre “un conjunto de actividades prioritarias (agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria)” y “el desarrollo científico y tecnológico en nuevas tecnologías de propósito general: nanotecnología, biotecnología y TIC” (MINCYT, 2012: 57). De esta forma, el plan definía 34 NSPE, de los cuales “Autopartes”, “Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado”, “Componentes electrónicos”, “Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina” incluían explícitamente NyN (MINCYT, 2012: 65, 67). Es decir, la apuesta a la NyN como uno de los componentes centrales de la política de ciencia y tecnología aparece redoblada y explícitamente conceptualizada como TPG. Ahora bien, mientras que la biotecnología y las TIC ya habían producido algunos ejemplos de aplicaciones productivas, la nanotecnología aún debía pasar esta prueba: “Por su parte, la nanotecnología es un área considerada como la de mayor potencialidad dentro del nuevo paradigma tecnológico, por lo que ofrece una ventana de oportunidad para países en vías de desarrollo como la Argentina, en la medida en que los cambios en la estructura productiva mundial abren un espacio para los ‘nuevos jugadores’” (MINCYT, 2012: 60).

Ahora bien, en términos generales, la creación del MINCYT y la elaboración de un plan en el que se explicitaba que la NyN iba a ser tratada como una TPG no produjeron un salto cualitativo de las políticas para la NyN. Una excepción que puede ser separada como caso testigo de éxito fue el FONARSEC, junto con la figura de “consorcio público-privado” que acompañó su creación y la forma en que se gestionó la evolución de los proyectos financiados. También surgen como novedades algunas iniciativas que se propusieron generar espacios de discusión entre actores del sector público de I+D con actores del sector productivo y con problemáticas territoriales para la elaboración de una agenda de prioridades. Sin embargo, las capacidades deficientes de gestión tecnológica y la incompreensión de la complejidad y del carácter sistémico del problema fueron amplificadas por la falta de gravitación política del MINCYT frente a otros ministerios. Estos factores explican que las políticas para la NyN no hayan podido dar un salto cualitativo en términos de calidad y eficacia. A falta de políticas integradoras, las instituciones públicas que, motivadas por los recursos de financiamiento, se involucraron en el desarrollo de NyN –por ejemplo, a través de la creación de grupos, centros o institutos– tendieron a retomar una lógica centrada en sus propias dinámicas institucionales. En cuanto al sector productivo, con algunas excepciones de empresas que participaron de los FONARSEC, no se puede hablar de impacto apreciable a fines de 2015, momento en que el cambio de gobierno supuso el retorno a un contexto macroeconómico de desindustrialización y apoyo selectivo a las actividades primarias y financieras, orientación que clausura las condiciones de posibilidad para continuar con los procesos de aprendizaje tecnológico, organizacional e institucional y de mejoramiento de la PCTI.

Epílogo sobre cambio tecnológico y procesos de aprendizaje

Si bien, en los estadios iniciales de promoción de la NyN en la Argentina, Lavagna y algunos actores centrales del complejo de ciencia y tecnología difundieron lo que hemos llamado “la retórica de la competitividad”, las actividades de investigación y desarrollo en NyN giraron alrededor de la vinculación con una empresa norteamericana. Desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas llevaron a abandonar esta estrategia. Las mismas políticas que luego promovieron diversos recursos de financiamiento centrados en la NyN —caracterizándola sucesivamente como área de vacancia, área estratégica o como TPG—, así como la vinculación con empresas nacionales, contradictoriamente también promovieron la subordinación de una parte de los escasos recursos humanos a las agendas de redes académicas internacionales con objetivos propios. El aliento a la participación de grupos argentinos en programas de cooperación internacional con agendas propias debilitó los objetivos de conformación y evolución hacia la consolidación y aumento de densidad de redes público-privadas locales.

Como complemento, desde la arena internacional, repitiendo viejas estrategias enfocadas en la construcción temprana de mercados para las nuevas industrias líderes, la decisión de los Estados Unidos de hacer de la NyN una TPG contó con el apoyo de los organismos internacionales, que también comenzaron a promover en las periferias la retórica de la competitividad. Desde esta perspectiva, las condiciones básicas para el éxito de una nueva TPG eran: que los países de la semiperiferia que necesitan aumentar la competitividad de sus procesos de industrialización asuman como imperiosa la necesidad de dominar la NyN; que el camino para alcanzar este objetivo sea crear vínculos de colaboración subordinada a los centros de desarrollo de NyN de los países avanzados; y que, mientras se aprende lo necesario para transformarse en consumidores y en adaptadores de NyN, en paralelo se incentive las actividades de investigación básica y aplicada que puedan ser útiles a las agendas de desarrollo e innovación de las economías centrales.

Ahora bien, volvamos al comienzo, pero con algunos aprendizajes hoy consolidados en la economía de la innovación y el desarrollo económico. Partir de una matriz productiva agroexportadora con algunas capacidades industriales nacionales de baja y media intensidad tecnológica —perfil propio de una economía semiperiférica— y proponerse la incorporación de NyN —es decir, la creación de entornos industriales de alta intensidad tecnológica— supone capacidades estatales para concebir e impulsar una trayectoria evolutiva de escalamiento selectivo en la jerarquía de habilidades y competencias tecnológicas, organizacionales, institucionales y políticas. La historia económica enseña que estos objetivos se logran mediante procesos de aprendizaje del tipo de “acortamiento de la brecha” (o *catching up*), que involucran inicialmente la generación de capacidades para la imitación, la ingeniería inversa, las modificaciones marginales de productos y procesos, o la lisa y llana copia por los sectores o grupos de empresas seleccionados. “Esto ha sido así en el pasado en Inglaterra vis a vis Holanda, en Estados Unidos vis a vis Inglaterra, en Japón vis a vis la Europa desarrollada, y lo es hoy en día en el caso de China” (Cimoli *et al.*, 2009: 9). Dicho de otra forma, la incorporación de NyN no puede ser un punto de partida, sino un punto de llegada de un proceso complejo de evolución tecno-económica.

Desde esta perspectiva, Robert y Yoguel (2010: 441) enfatizan la vinculación de la noción de competitividad con los factores organizacionales: “En los países en desarrollo, los sistemas productivos y de innovación enfrentan problemas derivados del predominio de organizaciones con reducidas capacidades lo que se manifiesta en la mayor presencia de reacciones adaptativas que creativas”. Y vinculan estas características con las bajas capacidades de conectividad y complementariedad entre organizaciones y la “baja integración del sistema productivo y de innovación”, características que conducen a “débiles o inexistentes procesos de aprendizaje”. Estos autores enfatizan “la importancia de concebir una política industrial como un proceso de ingeniería institucional que modele el comportamiento de las organizaciones y que comprenda desde la protección a la industria infantil hasta las políticas de comercio, ciencia y tecnología, inversión extranjera, propiedad intelectual y contratación pública” (Robert y Yoguel, 2010: 445).

A estas limitaciones se suma el aumento de rigidez en las condiciones impuestas a los países en desarrollo desde las reglas de juego de organismos como la OMC, los tratados bilaterales de comercio con los Estados Unidos, o los acuerdos TRIPS, que elevan el umbral de acceso a *know-how* protegido (Di Maio, 2009: 126-132). Las nuevas exigencias que impone el proceso de globalización, explican Cimoli *et al.* (2008: 4-6), suponen que “las economías más interdependientes sean propensas a requerir medidas *cada vez más sofisticadas* de intervención política en los países más débiles”.³⁴

Contrariamente a lo que aconseja este escenario, en la evolución de las políticas para las NyN en la Argentina que hemos intentado describir puede hablarse de un desdoblamiento entre el discurso y la práctica. Por un lado, se expresa que las inversiones en NyN deben enfocarse en aumentar la competitividad de la economía –visiblemente en los documentos que se proponen delinear la PCTI–, mientras que, por otro lado, las políticas de promoción de la NyN en la Argentina se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo –en muchos casos novedosos–, aunque excluyeron de sus prioridades la necesidad de avanzar en la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, así como en actividades de diagnóstico, prospectiva, revisión de marcos regulatorios y generación de capacidades ausentes en tópicos como cadenas de valor o estrategias de comercialización, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción, suponiendo que esto fuera recomendable.^{35 36}

Como ejemplo de falta de coordinación básica, citemos el caso de autopartes. Mientras que, por un lado, en el plan presentado por el MINCYT (2012: 65) se afirma que se apuntará al “desarrollo de autopartes en base a materiales nanocompuestos

34. Itálicas en el original.

35. Veánse, por ejemplo: SECyT (2006: 17) y MINCYT (2012).

36. Citemos, a modo de ejemplo, el Comité Interministerial de Nanotecnología, creado por el gobierno de Brasil en 2012. Esta iniciativa, creada en el ámbito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, se propone coordinar políticas y estrategias para la NyN impulsadas por los Ministerios de Medioambiente; Salud; Minas y Energía; Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; Educación; Desarrollo, Industria y Comercio Exterior; Defensa; y Agricultura (OECD y NNI, 2013: 21).

de menor peso y mejores características mecánicas”; por otro lado, el texto dedicado al sector automotriz y autopartista del Plan Estratégico Industrial 2020 (Ministerio de Industria, 2012) muestra que la única mención al área de NyN se reduce a un programa del INTI –Programa INTI Micro y Nanotecnología del Bicentenario para el Desarrollo de la Industria Microelectrónica–, aclarando que se centrará en “el diseño de circuitos de alta complejidad”. La ausencia de coordinación de ambos planes estratégicos es evidente para el caso de autopartes.

En síntesis, en la Argentina la NyN no fue –ni podría haber sido– gestionada como una TPG, categoría que a nuestro juicio supone una conceptualización errónea. De hecho, aun si se hubieran puesto en juego capacidades más sofisticadas para el diseño de políticas para la NyN, las condiciones que impone el sistema económico mundial y la estructura productiva semiperiférica de la Argentina excluyen del horizonte de posibilidades que la NyN pueda ser asimilada por la estructura productiva local en el corto o mediano plazo para producir los efectos que una TPG produce en una economía central.

Por el contrario, la PCTI en la Argentina –incluido el problema de la competitividad, noción que escapa a las posibilidades de discusión de este trabajo– debería abordarse, como dijimos, desde una estrategia de acortamiento de la brecha, enfoque que supone desplazar del centro de gravedad la noción de TPG.³⁷ Esta perspectiva supone el reconocimiento de una estructura productiva específica y objetivos de desarrollo social que en conjunto definen una frontera tecnológica local. En los hechos, al margen de la conceptualización que puso en la vidriera del MINCYT a las TPG, las PCTI (en plural) implícitas que se concibieron autónomamente desde varios ministerios incluyeron iniciativas que buscaron responder a problemas específicos locales con resultados diversos, algunos con balance muy positivo. Digamos a modo de cierre, que esta alternativa esbozada no significa abandonar la NyN. Por el contrario, significa redimensionar su necesidad a una trayectoria evolutiva específica, capaz de definir nichos precisos de demanda de NyN.

El contexto sociopolítico para el crecimiento de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el período 2003-2015 ha sido muy favorable, por eso los procesos de aprendizaje han sido inéditos. Es imprescindible alentar la evaluación crítica y la flexibilidad para entender la PCTI no como un producto sino como un proceso iterativo que co-evoluciona con las políticas industriales y económicas.

37. Véase, por ejemplo: Metcalfe (2010).

Bibliografía

ADLER, E. (1987): *The Power of Ideology. The Quest for Technological Autonomy in Argentina and Brazil*, Berkeley, University of California Press.

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 31/12/2014.

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*, Berlin, Karl Dietz Verlag Berlin, pp. 27-39.

ARRIGHI, G. (2010 [1994]): *The Long Twentieth Century. Money, Power and the Origins of our Times*, Londres y Nueva York, Verso.

AZPIAZU, D., BASUALDO, E. y NOCHTEFF, H. (1988): *La revolución tecnológica y las políticas hegemónicas. El complejo electrónico en la Argentina*, Buenos Aires, Legasa.

BLOCK, F. (2008): "Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States", *Politics and Society*, vol. 20, n° 10, pp. 1-38.

BRAHIC, C. y DICKSON, D. (2005): "Helping the poor: the real challenge of nanotech", *SciDev.Net*. Disponible en: <http://www.scidev.net/global/technology/editorials/helping-the-poor-the-real-challenge-of-nanotech.html>. Consultado el 25/10/2014.

87

BRESNAHAN, T. y TRAJTENBERG, M. (1995 [1992]): "General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'?", *Journal of Econometrics*, vol. 65, n° 1, pp. 83-108.

CALIGARIS, H. (2004): "Roberto Lavagna: 'El desafío es no volver a perder una década'", *La Nación*, 11 de diciembre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/662284-roberto-lavagna-el-desafio-es-no-volver-a-perder-una-decada>. Consultado el 31/12/2014.

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", *working paper n° 9, Institute for Research on World Systems*, Universidad de California. Disponible en: <http://irows.ucr.edu/papers/irows9/irows9.htm>. Consultado el 10/2/2013.

CIMOLI, M., DOSI, G. y STIGLITZ, J. (2008): "The Future of Industrial Policies in the New Millenium; Toward Knowledge Centered Development Agenda", *LEM Working paper series*, n° 19. Disponible en: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2008-19.pdf>. Consultado el 22/11/2014.

CIMOLI, M., DOSI, G. y STIGLITZ, J. (2009): "The Political Economy of Capabilities Accumulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development", en M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (eds.): *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 1-16.

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 31/12/2014.

CORREA, C. (1997): "Instrumentación del acuerdo TRIPPs en Latinoamérica. Armonización vs. diferenciación de los sistemas de propiedad intelectual", *Temas de derecho industrial y de la competencia*. Buenos Aires, Ediciones Ciudad Argentina, pp. 95-130.

DAVID, P. A. (1990): "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review*, vol. 80, pp. 355-361.

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*, n° 27, pp. 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 26/12/2014.

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*, Oxford, Oxford University Press, pp. 107-143.

DOSI, G. (1982): "Technological paradigm and technological trajectories", *Policy Research*, vol. 11, pp. 147-162.

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.html. Consultado el 25/10/2014.

EL LITORAL (2005) "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 25/10/2014.

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

FAINSTEIN, A. (2006): "Definir nuestra política", *Página/12*, 18 de marzo. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/imprimir/diario/sociedad/subnotas/3-21238-2006-03-18.html>. Consultado el 26/10/2014.

FOLADORI, G. (2006): "La influencia militar estadounidense en la investigación de las nanotecnologías en América Latina", *Rebelión*, 8 de noviembre. Disponible en: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=40794>. Consultado el 22/1/2015.

FOLADORI, G. e INVERNIZZI, N. (2013): "Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America", *Journal of Arts and Humanities*, vol. 2, n° 3, pp. 35-45.

FREEMAN, C. (1992): *The Economics of Hope: Essays on Technical Change, Economic Growth, and the Environment*, Nueva York, Pinter Publishers.

FREEMAN, C., CLARK, J. y SOETE, L. (1982): *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*, Westport, Greenwood Press.

GOLDSTEIN, A. (2002): "EMBRAER: de campeón nacional a jugador global", *Revista de la CEPAL*, n° 77, pp. 101-121.

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*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, pp. 33-58.

HELPMAN, E. (1998): *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, MIT Press.

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

89

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

HURTADO, D. (2015): "Semi-periphery and capital-intensive advanced technologies: The construction of Argentina as a nuclear proliferation country", *JCOM*, vol. 14, n° 2, A05, pp. 1-18.

IDEA (2004): "El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital", *40 Coloquio Anual de Idea*, 3-5 de noviembre. Disponible en: http://www.ideared.org.ar/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp. Consultado el 25/10/2014.

KRIMSKY, S. (1999): "The profit of scientific discovery and its normative implications", *Chicago Kent Law Review*, vol. 75, n° 3, pp. 15-39.

LA CAPITAL (2004): "El ministro, a a full con la nanotecnología", 6 de noviembre. Disponible en: http://archivo.lacapital.com.ar/2004/11/06/economia/noticia_147520.shtml. Consultado el 25/10/2014.

LA NACIÓN (2009): "Inauguraron importantes equipos científicos", 23 de noviembre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1203102-inauguraron-importantes-equipos-cientificos>. Consultado el 25/10/2014.

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, Buenos Aires.

LIPSEY, R. G., BEKAR, C. y CARLAW, K. (1998): "What Requires Explanation?", en Helpman, E. (ed.): *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, The MIT Press, pp. 15-54.

LIPSEY, R., KENNETH, C. y BEKAR, C. (2005): *Economic Transformations, General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*, Oxford, Oxford University Press.

MAYER, J. (2000): "Globalization, Technology Transfer and Skill Accumulation in Low-Income Countries", *WIDER project Globalization and the Obstacles to the Successful Integration of Small Vulnerable Economies*, UNCTAD/OSG/DP/150. Disponible en: http://unctad.org/en/Docs/dp_150.en.pdf. Consultado el 03/01/2015.

MAZZUCATO, M. (2013): *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*, Londres, Anthem Press.

METCALFE, J. S. (2010): "Dancing in the dark: la disputa sobre el concepto de competencia", *Desarrollo Económico*, vol. 50, n° 157, pp. 59-79.

90 MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA (2012): *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*, Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>. Consultado el 13/12/2014.

MINISTERIO DE INDUSTRIA (2012) "Mesa de Implementación de la Cadena Automotriz – Autopartista". Disponible en: <http://www.industria.gob.ar/automotriz-autopartista/>. Consultado el 13/12/2014.

MODELSKI, G. y THOMPSON, W. (1996): *Leading Sectors and World Powers*, Columbia, Universidad de Carolina del Sur.

MOKYR, J. (2002): *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton, Princeton University Press.

MOKYR, J. (2006): "Useful Knowledge as an Evolving System: The View from Economic History", en L. Blume y S. Durlauf (eds.): *The Economy as an Evolving Complex System, III. Current Perspectives and Future Directions*, Oxford, Oxford University Press, pp. 309-337.

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, pp. 109-118.

NNI (2006): *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*, Washington, D.C., The National Academies Press.

OECD y NNI (2012): *Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology. Synthesis Report*, Washington D.C., OECD/NNI. Disponible en: http://www.oecd.org/sti/nano/Washington%20Symposium%20Report_final.pdf. Consultado el 17/01/2015.

PASTRANA, H., ÁVILA, A. y MORENO, G. (2012): “Nanotecnología, patentes y la situación en América Latina”, *Mundo Nano*, vol. 5, n° 9, pp. 57-67. Disponible en: <http://www.mundonano.unam.mx/pdfs/mundonano9.pdf>. Consultado el 03/01/2014.

PAV (2004): *Proyectos Tipo II (Redes) – Financiados*. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/pav2004_financiados_tipo_II.pdf. Consultado el 25/10/2014.

PCAST (1999): “PCAST Letter to the President Endorsing a National Nanotechnology Initiative”. Disponible en: <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast/docsreports/12141999>. Consultado el 21/12/2014.

PELLEGRINI, P. (2013): *Transgénicos. Ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

PEREZ, C. (2003): *Tecnological Revolutions and Financial Bubbles*, Cheltenham, Edward Elgar.

91

PEREZ, C. (2009): “Technological revolutions and techno-economic paradigms”, working paper n° 20, *The Other Canon Foundation*, Noruega, y Tallinn University of Technology, Tallinn. Disponible en: <http://technologygovernance.eu/files/main/2009070708552121.pdf>. Consultado el 20/9/2014.

PREMICI, S. (2007): “El nuevo orden económico”, *Página 12*, 21 de enero. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/cash/17-2806-2007-01-21.html>. Consultado el 25/10/2014.

PROGRAMA DE AREAS ESTRATÉGICAS (2006): *Proyectos aprobados*, Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008. Disponible en: http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/PAE_financiados_web.pdf. Consultado el 25/10/2014.

RAGIN, Ch. y CHIROT, D. (1984 [1995]): “The World System of Immanuel Wallerstein: Sociology and Politics as History”, en T. Skocpol (ed.): *Vision and Method in Historical Sociology*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 276-312.

RENNSTICH, J. (2008): *The Making of a Digital World: The Evolution of Technological Change and How It Shaped Our World (Evolutionary Processes in World Politics)*, Nueva York, Palgrave MacMillan.

RIBEIRO DE ANDRADE, A. M. (2006): *A Opção nuclear. 50 anos rumo à autonomia*, Rio de Janeiro, MAST y CNEN.

ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2010): "La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 50, n° 199, pp. 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, n° 1, pp. 61-99.

RUTTAN, V. (2006): *Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*, Oxford, Oxford University Press.

SALVAREZZA, R. (2011): "Situación de la difusión de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina", *Mundo Nano*, vol. 4, n° 2, pp. 18-21. Disponible en: <http://www.mundonano.unam.mx/pdfs/mundonano7.pdf>. Consultado el 25/10/2014.

SAMETBAND, R. (2005): "Argentina invests US\$10 million in nanotechnology, SciDev.Net, 12 de mayo. Disponible en: <http://www.scidev.net/global/technology/news/argentina-invests-10-million-in-nanotechnology.html>. Consultado el 25/10/2014.

SCHIFF, M. y WANG, Y. (2008): "North-South Technology Spillovers: The Relative Impact of Openness and Foreign R&D", *IZA Discussion Paper n° 3383*. Disponible en: <http://ftp.iza.org/dp3383.pdf>. Consultado el 18/01/2015.

SCHUMPETER, J. (1939): *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Nueva York, McGraw-Hills Book Company.

SECYT (2006): *Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006-2010)*, Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Disponible en: www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513. Consultado el 13/12/2014.

SENADO y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN (2005): *Proyecto de Ley Marco para el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías*, Comisión de Ciencia y Tecnología. Disponible en: <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/3.279-D.-05.htm>. Consultado el 26/12/2014.

SOMMER, J. (2009): "Programa de Innovación Tecnológica en Sectores Productivos y Sociales", *Banco Mundial, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva*, MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados.

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.

WADE, R. (2014): "The Paradox of US Industrial Policy: The Developmental State in Disguise", en J. Manuel Salazar-Xirinachs y R. Kozul-Wright (eds.): *Transforming Economies: Making Industrial Policies Work for Growth, Jobs and Development*, Ginebra, ILO-UNCTAD, pp. 379-400.

WALLERSTEIN, I. (1974): "The Rise and Future Demise of the World Capitalist System: Concepts for Comparative Analysis", *Comparative Studies in Society and History*, vol. 16, n° 4, pp. 387-415.