

MODELO DOMINANTE Y VARIACIONES NACIONALES EN EL DISEÑO DE POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN EN FAVOR DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: UNA APROXIMACIÓN COMPARATIVA DE LOS DISPOSITIVOS DE APOYO A LA NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA Y FRANCIA

*Matthieu HUBERT**

RESUMEN: El objetivo de este texto es cuestionar el carácter global del proceso que conduce a la puesta en marcha de políticas de investigación en favor de la innovación tecnológica. Con dicha finalidad, el artículo realiza un análisis contrastivo de las políticas públicas en el campo de la nanociencia y nanotecnología en Argentina y Francia. Esta comparación muestra que, si bien las agendas y los instrumentos de políticas públicas de ciencia y tecnología se han globalizado, su puesta en marcha está fuertemente modelada por el contexto local en el que se desarrollan.

PALABRAS CLAVE: Agenda. Comparación internacional. Dispositivos. Modelos. Tecnociencia.

Introducción¹

Desde hace treinta años aproximadamente, la innovación se impuso, por un lado, como un concepto central del análisis sociológico (AKRICH; CALLON; LATOUR, 2002a, 2002b) y, por otro lado, como un *leitmotiv* de políticas promovidas

* CONICET – Universidad Nacional de Quilmes. Centro Ciencia Tecnología Sociedad. Buenos Aires – Argentina. B1876BXD – matthieu.hubert@voila.fr

¹ Traducción do francês: Ana Spivak L'Hoste. A Revista Estudos de Sociologia agradece ao autor a cessão dos direitos autorais para publicação deste artigo.

y conducidas por diferentes tipos de actores nacionales e internacionales que la han movilizado tanto para legitimar objetivos de competitividad económica como de lucha contra la pobreza. Sin embargo, aunque los discursos dominantes de las políticas públicas en favor de la innovación se globalizan, su aplicación está fuertemente influenciada por los contextos locales. La coexistencia de dinámicas locales (construcción de polos tecnocientíficos regionales, disputas coordinadas por las asociaciones locales, etc.), nacionales (programas de investigación impulsados por los ministerios o agencias nacionales) e internacionales (agendas promovidas por la OCDE, el Banco Mundial, la Unión Europea, etc.) supone prestar atención no solamente a los modos de difusión y circulación de los programas aplicados de ciencia y tecnología (en lo sucesivo, C&T), sino también a las maneras en las que se interpretan y adaptan por parte de los actores locales.

Este texto pretende cuestionar el carácter global del proceso que conduce a la puesta en marcha de políticas de C&T. El objetivo es analizar las características de un modelo dominante de política pública y revelar, asimismo, las diferencias propias de los contextos locales y nacionales. Con dicha finalidad, el artículo realiza un análisis contrastivo de las políticas de C&T en un campo de acción prioritaria para numerosos actores científicos, políticos, industriales y asociativos: la nanociencia y nanotecnología (nanoC&T), definidas como el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten estudiar, producir y manipular objetos o materiales a la escala nanométrica —es decir 10^{-9} metros (VINCK, 2009).

Para realizar esa comparación, se presta especial atención a los instrumentos de políticas públicas. Esta estrategia contrasta con otras que privilegian, por un lado, el juego de los actores, sus relaciones, sus estrategias y lógicas de acción o, por otro lado, el estudio de las normas y convenciones de la acción pública (LANCIANO-MORENAT; VERDIER, 2004). Una mirada a los dispositivos, como la que se propone aquí, permite describir y analizar no solamente las razones que explican su aplicación, sino también los efectos que producen en el campo (LASCOURMES; LE GALÈS, 2004).

A pesar de que, en esta comparación, no se considere exclusivamente el nivel nacional, la atención que se presta a las políticas nacionales se justifica por el papel preponderante que desempeñan los estados en el desarrollo de las nanoC&T durante estos últimos quince años. En efecto, tal vez más que en otros campos de C&T, las nanoC&T han sido promovidas y pilotadas por los gobiernos nacionales de los países desarrollados (SCHUMMER, 2007; LAURENT, 2010) y en vías de desarrollo (FOLADORI; ZAGAYO; INVERNIZZI, 2012; INVERNIZZI; HUBERT; VINCK, 2014), que lanzaron grandes programas destinados a apoyar esa área emergente.

Los casos de estudio son Argentina y Francia, países cuyos sistemas nacionales de C&T presentan una serie de similitudes institucionales. En ambos casos, un organismo nacional (el CNRS en Francia y el CONICET en Argentina) desempeñan un papel central en la investigación fundamental, mientras que organismos especializados (INTA, INTI o CNEA en Argentina; INRA, INRIA o CEA en Francia) se ocupan de la investigación aplicada². Por eso, las universidades tienen un protagonismo menor en la investigación científica y técnica. Por otra parte, Argentina y Francia contribuyen activamente a la investigación en nanoC&T a escala regional: en términos de producción científica en el campo, el primero es el tercer país de América Latina, tras Brasil y México (SPIVAK et al., 2012), mientras que Francia se sitúa en segundo lugar, en el marco europeo, por detrás de Alemania (KOSTOFF et al., 2007). Sin embargo, los dos países presentan contextos socio-económicos diferentes, lo cual se refleja notablemente en las inversiones que realiza cada uno en sus capacidades científicas y tecnológicas. Mientras que, en el campo de las nanoC&T, Argentina contaba, en 2006, con 300 investigadores (600 en 2012) y 200 publicaciones en el *Science Citation Index* (lo que la clasifica más allá de los treinta primeros países) (ALBORNOZ; BARRERE, 2008), Francia posee más de 5000 investigadores y alrededor de 4000 publicaciones en 2005 (lo que la ubica en la sexta posición del ranking mundial) (KOSTOFF et al., 2007). La elección de ambos casos, que presentan similitudes institucionales evidentes en contextos socio-económicos diferentes, debe facilitar la identificación de características comunes y de diferencias significativas entre cada una de las políticas de C&T.

Entre los dilemas a los que se enfrenta el analista que desea conducir satisfactoriamente una comparación internacional de política pública, surge la necesidad de saber cómo hacer que los casos estudiados sean comparables entre sí (lo que supone uniformizar los criterios de comparación) sin omitir los elementos de contextualización más significativos (LIMA; STEFFEN, 2004). El análisis aquí propuesto intenta resolver ese dilema procediendo en dos tiempos: en un primer tiempo, la creación y puesta en marcha de esas políticas se restituyen en su contexto nacional antes de ser comparadas de manera más sistemática en un segundo tiempo. Así, la primera parte revisa los principales dispositivos de políticas de apoyo a las nanoC&T en Argentina y en Francia con el fin de contextualizar los dos casos estudiados. Tras presentar este panorama general, la segunda parte presenta cuatro dimensiones de análisis comparativo.

² CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique; CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y técnicas; INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial; CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica; INRA: Institut National de la Recherche Agronomique; INRIA: Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique; CEA: Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives.

Revisión histórica de las políticas de nanoC&T en Argentina y Francia

Un panorama de las iniciativas institucionales en Francia

La investigación francesa en nanoC&T reúne entre cinco y seis mil investigadores, y publicó cuatro mil artículos en 2005, lo que la coloca como sexto país en el mundo, según Kostoff et al. (2007), y redundó en doscientas patentes hasta el año 2004 (WONG; HO; CHAN, 2007). No obstante, más allá de estas cifras, que ilustran la importancia que asumió este campo de investigación beneficiado por la suma de campos preexistentes, es probablemente la superposición de dispositivos de política de nanoC&T el elemento más significativo de su modo de estructuración (HUBERT, 2012).

La prioridad que se le otorgó a este campo de investigación se remonta a finales de los años 1990 con el primer dispositivo nacional en 1999, creado por la Red de investigación en Micro y NanoTecnologías (RMNT), cuya función consiste en financiar proyectos de investigación en los que colaboran laboratorios académicos y empresariales. En 2002, se concede una Acción Concertada Inicitativa (ACI) a la nanociencia con el fin de apoyar los proyectos de investigación fundamentales en laboratorios académicos. Desde 2005, dichos dispositivos –RMNT y ACI Nanociencias– se fusionan para formar la Red Nacional de investigación en Nanociencia y Nanotecnología (R3N) con el objetivo de promover un acercamiento entre estrategias y objetos de investigación básica y aplicada.

Una parte importante de las investigaciones en nanoC&T necesita una infraestructura y una instrumentación de gran envergadura, lo que condujo a los poderes públicos a estructurar, desde 2003, una “red nacional de grandes centrales de tecnología para la investigación tecnológica de base” (RENATECH). Esta red recibió 81 millones de euros entre 2003 y 2007. En este caso, el objetivo fue nuevamente agrupar los recursos y actores pero, esta vez, no en torno de programas y financiación, sino de **plataformas tecnológicas** distribuidas en algunos polos del territorio nacional. Estas plataformas consisten en infraestructuras de investigación que organizan el acceso compartido a una variedad de instrumentos de fabricación y de caracterización (máquinas de depósito o litografía óptica, microscopios electrónicos, etc.) en ambientes científicos limpios –salas limpias o ambientes protegidos de perturbaciones exteriores (vibraciones, campos magnéticos, etc.) (HUBERT, 2012, 2011).

En los años siguientes, se crearon: el programa P-Nano, lanzado por la Agencia Nacional de Investigación (ANR) desde su fundación en 2005; los cinco centros regionales de competencias C’Nano, destinados a federalizar la investigación en nano C&T en una parte del territorio nacional francés; y el Observatorio de Micro

y Nano Tecnologías (OMNT), que garantiza una **vigilancia estratégica** del campo por parte del CEA y del CNRS³ –los dos operadores principales de investigación pública en nanoC&T en Francia. Más recientemente, en 2009, en el marco de los llamados proyectos **inversiones para el futuro** (*investissements d'avenir*), el programa Nano-Innov marcó una nueva ruptura en términos de fondos atribuidos (70 millones de euros). Además, en la segunda mitad de la década de 2000, otros dispositivos, no destinados exclusivamente a la nanoC&T, financiaron masivamente dicho campo: desde 2005, 5 **polos de competitividad** financiaron proyectos de investigación industrial; en 2006, 5 centros de transferencia de tecnología en nanoC&T fueron etiquetados como *Instituts Carnot* en Grenoble, Besançon, Lille, Saclay y Toulouse; 3 Redes Temáticas de Investigación Avanzada (RTRA) se crearon en 2007 en Grenoble (nanoelectrónica), Orsay (nanofísica) y Estrasburgo (nanoquímica).

La concentración territorial de inversiones dirigidas a ciertos polos (principalmente Grenoble, Paris-Saclay, Toulouse, Lille, Besançon o Estrasburgo en función de las especialidades) continuó estos últimos años con los llamados proyectos EQUIPEX (**equipamientos de excelencia**), LABEX (**laboratorios de excelencia**), IDEX (**iniciativas de excelencia**), IRT (Instituto de Investigación Tecnológica), IHU (Instituto Hospitalario-Universitario) y SATT (Sociedad de Aceleración de Transferencia Tecnológica). Por ejemplo, en los resultados de los EQUIPEX anunciados en 2011, 10 proyectos de los 52 aceptados conciernen a las nanoC&T (con 80 millones de euros aproximadamente); un poco menos para los LABEX otorgados, ya que 9 de los 100 proyectos aceptados son del campo de las nanoC&T. Por último, hay que agregar a este panorama la financiación local, regional y europea que puede destinarse al campo como es el caso del polo Minatec de Grenoble (HUBERT; JOUVENET; VINCK, 2014).

Un panorama de las iniciativas institucionales en Argentina

Antes del apoyo explícito de las políticas públicas, la emergencia de las nanoC&T en Argentina resulta de la convergencia de investigadores formados en las disciplinas bien ancladas en el país –principalmente física, química y ciencias de los materiales- con temáticas y objetos de investigación que fueron agrupados bajo la denominación común de **nano** en la escala internacional (HUBERT; SPIVAK, 2008). Como en el caso francés, este campo de investigación se integró

³ CEA: Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives; CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique.

progresivamente en las prioridades políticas y científicas argentinas durante el año 2000.

A partir de 2003, la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECYT) convirtió las nanoC&T en eje prioritario de su política conjuntamente con las biotecnologías y las tecnologías de la información y la comunicación. En 2004, se abrió una convocatoria de proyectos definidos por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (en lo sucesivo, **la Agencia**) en el marco de su Programa de Áreas de Vacancia (ANDRINI; FIGUEROA, 2008). El resultado de esta convocatoria fue la financiación y la estructuración de cuatro redes de cooperación (en adelante, **las redes**) que agrupaban a cerca de trescientos investigadores argentinos y recibía, cada uno, cerca de un millón de pesos.

En paralelo a las actividades de la SECYT, el Ministerio de Economía y Producción apoyó igualmente el desarrollo de las nanoC&T con la creación, en 2005, de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Ésta financió, a través de su primera convocatoria, 9 **ideas-proyecto** con orientación tecnológica e industrial por una cuantía aproximada de 10 millones de pesos. Mientras que las redes forman parte de la investigación pública, los proyectos de la FAN están directamente orientados hacia los actores privados que deben contribuir con, al menos, el 20% del financiamiento del proyecto que se propone. Tras la creación de los Fondos Sectoriales en 2009 (cf. aquí abajo), cuyas solicitudes de proyectos reemplazaron a las **ideas-proyecto**, la actividad de la FAN se reorientó hacia la organización de reuniones de intercambio de información. En particular, los encuentros Nano Mercosur de 2007, 2009, 2011 y 2013, que agruparon a actores públicos y privados de las nanoC&T.

Además de estas 2 iniciativas principales, que contribuyeron fuertemente a estructurar y visibilizar la investigación argentina en nanoC&T, varias iniciativas participaron en la institucionalización de este campo de investigación. Entre ellas, destacan:

- en 2005, la creación del Centro binacional Argentino Brasileño de Nanotecnología y Nanociencia (CABNN), concebido sobre el modelo del centro dedicado a las biotecnologías y orientado a la organización de talleres de formación en nanoC&T, destinados principalmente a investigadores argentinos y brasileños;
- en 2008, la creación del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), que reunía a cerca de 80 investigadores de las principales instituciones de Buenos Aires, La Plata y Bariloche, y que recibió un financiamiento de 4 millones de pesos en el marco de

un Programa de Áreas Estratégicas (PAE) de la Agencia (GARCÍA; LUGONES; REISING, 2012);

- en 2008, la creación del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) de la CNEA, que reagrupa a unos 20 investigadores de esa institución que trabajan en los centros de investigación situados en Buenos Aires (Constituyentes) y Bariloche.

Más allá de esas instituciones, la iniciativa más estructuradora de estos últimos años fue la creación, por parte del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, del Fondo Sectorial de Nanotecnología (FSNano) (SPIVAK et al., 2012). En ese marco, la cuantía atribuida a cada uno de los 8 proyectos financiados, tras la primera convocatoria, oscila entre 4 y 30 millones de pesos. A ese financiamiento, se suma una contribución de, al menos, 20%, en cada caso, que proviene de los participantes del proyecto. Ese fondo, que se encuadra en los Fondos Sectoriales (FONARSEC) administrados por la Agencia, se destina a financiar una investigación aplicada cuyo objetivo consiste en la concepción y fabricación de nuevos nanomateriales y nanodispositivos, y su transferencia a la industria involucrada (metalúrgica, mecánica, sanitaria, cosmética, agroindustria). Dichas transferencias se organizan de manera duradera en el marco de **consorcios públicos-privados en plataformas tecnológicas**. Se trata, entonces, contrariamente a los programas precedentes que no asociaban la financiación de la investigación pública (las redes) con la de la privada (FAN), de facilitar la coordinación entre actores públicos y privados y asegurar el interés comercial de las innovaciones tecnológicas desarrolladas. Otro de los objetivos es incentivar a los investigadores argentinos en nanoC&T, que publican cerca de 200 publicaciones por año, a presentar patentes en nanoC&T –que han sido solamente 11 en el periodo 2003-2006 (ALBORNOZ; BARRERE, 2008), pero unas 50 registrados en Argentina entre 2007 et 2009 (ARGENTINA, 2009).

Los principales objetivos y efectos de las políticas públicas de nanoC&T

En la segunda parte, revisamos cuatro objetivos centrales de las políticas públicas de nanoC&T en Argentina y Francia: articular la investigación básica y aplicada, promover la cooperación interdisciplinaria, organizar los accesos a la instrumentación científica y anticipar (o no) los impactos sociales. El propósito de esta revisión será contextualizar los objetivos que identificamos para acceder a las particularidades de sus aplicaciones en cada uno de los casos.

Articular la investigación básica y aplicada: una misma secuencia de renovación de los instrumentos de apoyo a la innovación

Durante los años 2000 observamos, tanto en Argentina como en Francia, un cambio de orientación en la investigación hacia las aplicaciones industriales. Esta mutación toma forma a través de una renovación de los dispositivos de financiación de la investigación pública y privada. En efecto, las primeras políticas públicas de apoyo a las nanoC&T concibieron instrumentos para financiar, por un lado, la investigación pública y, por otro lado, la privada. En cambio, en la segunda mitad del decenio, surgieron nuevos dispositivos que favorecieron la coordinación entre investigaciones básicas y aplicadas en el seno de **consorcios** o de **colaboraciones públicas-privadas**.

Así, a comienzos de los años 2000, la RMNT en Francia y los proyectos de la FAN en Argentina financiaban investigaciones orientadas a la industria, cuyos objetivos consistían en concebir dispositivos técnicos. En cambio, las ACI francesas o las Redes argentinas estaban destinadas a la investigación fundamental y a la producción de conocimientos genéricos. En la segunda mitad del decenio, se concibieron instrumentos de política científica que favorecieron la constitución de redes de actores más heterogéneos, que participaban conjuntamente en la realización de proyectos predefinidos y seleccionados en el marco de convocatorias a propuestas. Se trata, fundamentalmente en Francia, de los proyectos del programa P-Nano y de los **polos de competitividad** y, en Argentina, de los proyectos de los Fondos Sectoriales FS-Nano.

En Argentina, esta segunda ola de dispositivos se encuadra en la creación, en 2008, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que toma el control de la FAN, hasta entonces bajo la tutela del Ministerio de Economía (y fuera del perímetro de actuación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología). Además, esta renovación está marcada por un cambio de escala en la cuantía de financiación destinada a cada proyecto. Así, entre los 8 Fondos Sectoriales que operan, cada uno lo hace en un campo de investigación e innovación considerado como prioritario para el ministerio. El consagrado a la nanoC&T, el FSNano, destina 75 millones de pesos a los 8 proyectos seleccionados. La concentración de inversiones es entonces más fuerte que en los dispositivos preexistentes –en los cuales solamente 4 millones de pesos financiaban las 4 Redes, 10 millones de pesos los 9 proyectos de la FAN y 17,7 millones para unos 100 Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) financiados por la Agencia entre 1997 y 2006 (ARGENTINA, 2009).

En Francia, esa renovación de los instrumentos de financiación se enmarca en un aumento progresivo de la financiación a proyectos, en detrimento de

los créditos recurrentes que eran distribuidos a través de diferentes tutelas institucionales de los laboratorios (HUBERT; LOUVEL, 2012). La marca más evidente de dicho incremento fue la creación en 2005 de la Agencia Nacional de la Investigación (ANR). No obstante, también tuvo efectos tangibles en el trabajo de los investigadores y la organización de las actividades científicas, especialmente en el campo de las nanoC&T (HUBERT; CHATEAURAYNAUND; FORNIAU, 2012): pérdida de capacidad estratégica de los laboratorios en beneficio de los investigadores y de los equipos, disminución de la solidaridad organizacional, burocratización del trabajo científico, pérdida de legitimidad de la investigación **fundamental** y evolución de las relaciones sociales (fundamentalmente jerárquicas) en el seno de los laboratorios.

Promover la cooperación interdisciplinar: los discursos de convergencia frente a los anclajes disciplinarios

A escala nanométrica, las distinciones entre materia inerte y materia viva, o entre moléculas químicas y materia aglomerada, pierden en parte su significación. Según las grandes visiones de **convergencia** entre disciplinas y especialidades científicas que acompañan los discursos de promoción de las nanoC&T (ROCO; BAINBRIDGE, 2003), los objetos de investigación de la física, de la química y de la biología deberían converger naturalmente. Traduciendo esas visiones, las políticas de apoyo a las nanoC&T estimularon, entonces, las colaboraciones entre investigadores, técnicos e ingenieros de diferentes áreas y campos científicos.

Sin embargo, la realidad de los acercamientos interdisciplinarios es más compleja. Ésta reside más en la complementariedad de las disciplinas y especialidades científicas y técnicas preexistentes que en la **fusión** en un nuevo paradigma tecno-científico (VINCK; ROBLES, 2009). Además, tanto en Francia como en Argentina, las disciplinas conservan su importancia en las estructuras institucionales (definición de los títulos de grado y postgrado, comisiones de evaluación, etc.). Así, por ejemplo, las cuatro Redes, formadas por los investigadores para estructurar la investigación Argentina en nanoC&T a partir de las comunidades preexistentes, reactualizaron las divisiones disciplinarias entre física, química, biomedicina y ciencias de los materiales (SPIVAK et al., 2012). En Francia, varios estudios etnográficos, llevados a cabo en laboratorios de nanoC&T de la región de Grenoble, mostraron que las disciplinas y especialidades preexistentes constituyen todavía recursos estructuradores en la construcción identitaria de los grupos de investigación (VINK et al., 2006).

Es, por lo tanto, difícil afirmar que las fronteras entre disciplinas se borran a escala nanométrica. Además, el objetivo central de las políticas de promoción de las cooperaciones interdisciplinarias en nanoC&T es favorecer el desarrollo de los campos que tienen un mayor potencial aplicativo en algunos sectores estratégicos (energía, sanidad, etc.). Sin embargo, en ambos países, las áreas científicas dominantes (física, química y ciencias de los materiales) no son aquellas que aportan más patentes (biomedicina). Así, en Argentina, la física, la química y las ciencias de los materiales son las especialidades más activas, con el 37%, 29% y 25% respectivamente de los 99 Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) financiados en nanoC&T entre 1997 y 2005 (ARGENTINA, 2009). La biomedicina, sin embargo, que cuenta solamente con el 2% de los financiamientos PICT, aporta:

- la gran mayoría de las patentes argentinas, ya que 9 de cada 11 son catalogadas como “nanomedicina y nanobiotecnología” (ALBORNOZ; BARRERE, 2008);
- y la mayoría de proyectos tecnológicos orientados a la industria, ya que 6 de los 12 proyectos FONTAR entre 2006 y 2008 pertenecen a la “biomedicina-farmacia” (ARGENTINA, 2009).

Sucede algo similar en Francia. El estudio de Wong, Ho e Chan (2007) muestra que las patentes francesas están especializadas en **Medicina y biotecnología**. No obstante, los investigadores formados en física, química y ciencias de los materiales dominan fuertemente las estructuras que reagrupan los equipos de investigación en nanoC&T, como los centros de competencia “C’Nano”⁴.

Por consiguiente, en ambos países, las políticas de promoción de las cooperaciones interdisciplinarias en nanoC&T se enfrentan con un desafío común: adaptar la estructura disciplinar existente (donde dominan la física, la química y las ciencias de los materiales) para explorar los campos de innovación tecnológica más dinámicos (la nanomedicina, en particular), cuyas aplicaciones son frecuentemente resaltadas en los discursos públicos (los *labs-on-chip* o la **vectorización** de los medicamentos, por ejemplo).

⁴ Es probable que esa prevalencia de las patentes en nanobiomedicina no sea algo específico de Argentina y Francia, ya que es un área en gran expansión a nivel mundial. Consultar, por ejemplo, las iniciativas de la plataforma europea de nanomedicina. Disponible en: <www.etp-nanomedicine.eu>. Acceso: 4 mar. 2013

Organizar los accesos a la instrumentación científica: ¿redes o plataformas?

La nanoC&T constituye un campo fuertemente consumidor de instrumentos de fabricación (litografía, depósito, etc.), de caracterización (microscopio, rayos X, etc.) y de simulación informática, así como de infraestructuras capaces de asegurar buenas condiciones de funcionamiento a esas técnicas experimentales (salas limpias, suelo anti-vibración, jaula de Faraday, etc.). De eso resulta, por un lado, que los investigadores y los equipos sean fuertemente dependientes de los financiamientos que reciben para esto y, por otro, que organizar los accesos a los instrumentos sea una preocupación central y estructural de ese campo de investigación (FOGELBERG; GLIMELL, 2003; VINCK, 2006).

Las plataformas tecnológicas son parte de los dispositivos de políticas públicas concebidos para responder a este problema: regular el uso compartido de un conjunto de dispositivos experimentales (MERZ; BINIOK, 2010). En Francia, las mismas se estructuraron poco a poco, abriendo las infraestructuras preexistentes a usuarios externos, académicos o industriales, o reagrupando un conjunto de técnicas experimentales en el seno de un dispositivo común, abierto a usuarios externos. A partir del año 2003, las plataformas de nanofabricación más importantes –*les grandes centrales technologiques*– se reagruparon en torno a la red nacional Renatech. Ésta se completó por otra red de plataformas llamadas **de cercanía** –*les plateformes de proximité*–, destinadas a usuarios situados en un espacio geográfico más próximo (polos de competitividad, Minatec, RTRA), y proponiendo tecnologías complementarias a las de la red Renatech. Mientras que las plataformas de nanofabricación de la red Renatech proponen máquinas casi-industriales, con muestras que respetan los estándares de la industria micro y nanoelectrónica y un estricto control de potencial contaminación, las plataformas de cercanía proponen otro tipo de técnicas (como las de nanocaracterización) y ofrecen más flexibilidad a los usuarios. En particular, dan acceso directo a los instrumentos y permiten el uso de materiales menos conocidos, potencialmente contaminantes para otras muestras (HUBERT, 2011).

En Argentina, la organización de acceso a los instrumentos fue el resultado de estrategias diferentes (HUBERT; SPIVAK, 2008). En lugar de reunir los instrumentos en plataformas, se eligió privilegiar la organización de redes de cooperación científica. Así, las Redes, lanzadas en 2004-2005, tuvieron como propósito financiar y facilitar la circulación de investigadores y muestras para que puedan acceder a la técnica experimental adecuada, únicamente disponible en algunos laboratorios del país. A partir del año 2008, parte de esta organización en red se formalizó con la creación del Sistema Nacional de Microscopia, enmarcado en el Programa de Grandes Instrumentos y Bases de Datos.

En ambos casos, en Argentina y Francia, se produce entonces una estructuración nacional del acceso a los instrumentos. Sin embargo, y es una diferencia importante, las políticas francesas conciben y ponen en marcha una red de nanofabricación más orientada hacia la concepción y fabricación de dispositivos nanotecnológicos, mientras que las políticas argentinas privilegian una red de nanocaracterización (principalmente en microscopía) más orientada hacia la observación y la determinación de propiedades físico-químicas de los nanomateriales. En este caso, se trata de promover la producción de conocimientos genéricos en nanociencias. Además, la política argentina no sigue las estrategias de concentración de recursos y aglomeración de competencias en ciertos territorios como sucede en los países del norte (ROBINSON; RIP; MANGEMATIN, 2007; HUBERT; JOUVENET; VINCK, 2014). Al contrario, la organización en redes permite compensar ciertas desigualdades de repartición de recursos en el territorio (HUBERT; SPIVAK, 2008).

Anticipar (o no) los impactos sociales: la regulación de los riesgos potenciales y la organización de la participación ciudadanía

Una particularidad de las políticas de apoyo a la nanoC&T en Estados Unidos y en Europa es la relativa precocidad de la consideración de expectativas públicas y la movilización de la sociedad civil (BARBEN et al., 2008). Así es en el caso francés, donde al igual que existió anteriormente la resistencia social a los OGM, el amianto o las contaminaciones químicas, diversos grupos se organizaron en oposición a la nanoC&T (VINCK et al., 2006). Esas contestaciones fueron retomadas por grupos ya formados, como aquellos que reivindican la participación ciudadana en las elecciones científicas y técnicas (como Vivagora), y posteriormente, por asociaciones ambientales (como Amigos de la Tierra) y de defensa de consumidores (la asociación nacional *Consommation Logement Cadre de Vie*, por ejemplo).

Al reconocer, junto a una parte de la comunidad académica, la existencia de riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente, la respuesta de las políticas públicas francesas fue, por un lado, apoyar la investigación en toxicología y ecotoxicología a escala nanométrica. Por otro lado, se decidió organizar 17 debates públicos (cada uno en una ciudad diferente) abiertos a todos los ciudadanos. Dicha política se apoyó en las iniciativas europeas que, igualmente, impulsaron la investigación en nano(eco)toxicología (en particular, los programas de investigación *Nanosafe 1 y 2*), la elaboración de un código ético de la investigación en nanoC&T y la inclusión de los productos nanométricos en la reglamentación europea sobre las

sustancias químicas⁵. Por consiguiente, en Francia, la consideración de los riesgos, de las contestaciones y de las movilizaciones ciudadanas es una parte integrante de la concepción de las políticas de nanoC&T. Se trata de una “política científica global” (LAURENT, 2010), que fue diseñada para incorporar la cuestión de la aceptabilidad social en la estrategia nacional de C&T.

En Argentina, el papel de la sociedad civil es menos evidente, y los poderes públicos no concibieron políticas de C&T que tuviesen en cuenta los aspectos sociales, éticos o medioambientales. Podemos, no obstante, mencionar la emergencia puntual de algunas controversias públicas (ANDRINI; FIGUEROA, 2008). En particular, cuando se creó la FAN en 2005, diversas voces expresaron, en el parlamento nacional y en los medios de comunicación, su desacuerdo respecto a dos características del funcionamiento de la nueva institución. Por un lado, el control ejercido por la empresa norteamericana *Bell Labs*, la cual debía aportar una parte de los fondos que sustentan la fundación, beneficiándose, a cambio, de los resultados de las investigaciones desarrolladas. Por otro lado, la tutela ejercida por el Ministerio de Economía que parecía sustituir a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación (SECYT) en la elaboración de una herramienta de política de C&T. Ese mismo año, se desató otra controversia en torno a los fondos provenientes de organismos militares norteamericanos, recibidos por investigadores públicos argentinos para la realización de proyectos en nanoC&T (ANDRINI; FIGUEROA, 2008). Así, y de forma significativa, los escasos debates desarrollados en el espacio público argentino trataron más sobre el origen y la finalidad de la financiación para llevar adelante los proyectos de nanoC&T⁶ que sobre los riesgos toxicológicos y medioambientales, como ocurrió en Francia.

Conclusión

Este panorama comparativo de las políticas públicas de apoyo a las nanoC&T en Argentina y en Francia muestra que este campo no es sólo un conjunto de objetos tecnocientíficos confinados al espacio de los laboratorios académicos e industriales (LAURENT, 2010). Su conformación como objeto de política (científica) pone de

⁵ Se trata de la reglamentación europea REACH destinada “al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de productos químicos”. Disponible en: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index_fr.htm>. Acceso: 4 mar. 2013.

Se puede encontrar más información sobre el programa *Nanosafe* en su página web. Disponible en: <<http://www.nanosafe.org>>. Acceso: 4 mar. 2013.

⁶ Aunque las cuestiones toxicológicas hayan aparecido más recientemente, por ejemplo, en los encuentros NanoMercosur organizados por la FAN y desarrollados en Buenos Aires 2011 y 2013. El sitio web <<http://www.nanotecnologiadoavesso.org/>> propone algunas referencias respecto a la reglamentación toxicológica internacional.

relieve un cierto número de elementos característicos de un modelo dominante de política de investigación, revelando, asimismo, algunas diferencias propias de los contextos nacionales.

Entre los puntos comunes, las políticas públicas han hecho de la transferencia de tecnología y competitividad económica el principal horizonte normativo de apoyo a la investigación en el campo de la nanoC&T. Más precisamente, el paso de una política pública, que favorece la producción de **reservas** de conocimiento, a una política que facilita la creación de relaciones entre actores científicos e industriales de varias disciplinas y especialidades constituye un elemento particularmente significativo de las evoluciones en curso. Con los dispositivos que responden al primer tipo de política pública, una pequeña parte de los conocimientos genéricos producidos es útil para el desarrollo tecnológico, operando así según un modelo lineal de innovación. En cambio, el segundo tipo de dispositivos favorece el flujo de intercambio continuo y permanente entre actores heterogéneos, siguiendo un modelo de red. Por tanto, podemos plantear, como hipótesis, que se trata de un elemento característico de un nuevo modelo dominante de política de investigación, en favor de la innovación tecnológica, que supera las especificidades de cada contexto nacional.

Sin embargo, aunque las herramientas de política que orientan la C&T hacia la innovación se globalicen, este estudio comparativo muestra que también están fuertemente modeladas por los contextos locales en los que se desarrollan. Aunque es necesario enfatizar la importancia de las diferencias en términos de trayectoria y de capacidades acumuladas en cada uno de los dos países (cantidades de las inversiones, recursos humanos involucrados, etc.), las divergencias observadas en los casos estudiados subrayan también la existencia de **estilos nacionales** (JASANOFF, 2005) en el diseño de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Una de las explicaciones tiene que ver con los actores que se opusieron a la nanoC&T al considerarla un problema público en ambos casos. En Francia, como en muchos de los países europeos, la nanoC&T fue uno de los campos en los cuales se experimentó una nueva **gobernanza anticipatoria** de la ciencia y tecnología (BARBEN et al., 2008) —un conjunto de cambios institucionales que abrieron un mayor **espacio de compromiso ciudadano** en la toma de decisiones científicas y técnicas (JONES; IRWIN, 2013). En Argentina, por el contrario, la escasez de sistemas de regulación de riesgos y la falta de institucionalización de la participación ciudadana dejaron el diseño de políticas públicas de ciencia y tecnología a cargo de un número reducido de actores administrativos y científicos (INVERNIZZI, 2004).

Agradecimientos

Agradezco a Ana Spivak L'Hoste por la traducción y a los participantes de la mesa redonda "Políticas de ciencia, tecnología e innovación. Sectores estratégicos: Nano" de las Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE), que tuvieron lugar en México DF del 5 al 8 junio de 2012, por los valiosos comentarios a una versión preliminar de este artículo.

MAINSTREAM AND NATIONAL VARIATIONS IN THE DESIGN OF PRO-INNOVATION RESEARCH POLICY: A COMPARATIVE APPROACH OF NANOSCIENCE POLICY INSTRUMENTS IN ARGENTINA AND FRANCE

ABSTRACT: *The aim of the paper is to question the globalizing processes that result in pro-innovation research policy. It compares the public policy in the field of nanoscience and nanotechnology in Argentina and France. The comparison shows that, while the agendas and instruments of science and technology policies are being globalised, their enactment is also strongly shaped by the local context in which they are deployed.*

KEYWORDS: *Agenda. International comparison. Policy instrument. Policy model. Technoscience.*

Referencias

AKRICH, M.; CALLON, M.; LATOUR, B. The key to success in innovation. Part 1: The art of choosing good spokespersons. **International Journal of Innovation Management**, Singapore, v.6, n.2, p.187–206, 2002a.

_____. The key to success in innovation. Part 2: The art of choosing good spokespersons. **International Journal of Innovation Management**, Singapore, v.6, n.2, p.207–225, 2002b.

ALBORNOS, M.; BARRERE R., et al. **La nanotecnología en Iberoamérica: situación actual y tendencias**. Buenos Aires: Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica, 2008.

ANDRINI, L.; FIGUEROA, S. El impulso gubernamental a las nanociencias y nanotecnologías en Argentina. In: FOLADORI, G.; INVERNIZZI, N. (Dir.). **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**. Mexico: Ediciones M.A. Porrúa, 2008. p.27-39.

ARGENTINA. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. **Nanotecnología**. Buenos Aires: Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2009.

BARBEN, D. et al. Anticipatory governance of nanotechnology: foresight, engagement, and integration. In: HACKETT, E. et al. (Éd.). **The handbook of science and technology studies**. 3ème ed. Cambridge: MIT, 2008. p.979-1000.

FOGELBERG, H.; GLIMELL, H. **Bringing visibility to the invisible: towards a social understanding of nanotechnology**. Göteborg: Göteborg University, 2003.

FOLADORI, G.; ZAGAYO, G.; INVERNIZZI, N. **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**. Mexico: Editions M.A. Porrúa, 2012.

GARCIA, M.; LUGONES, M.; REISING, A. Conformación y desarrollo del campo nanotecnocientífico argentino: una aproximación desde el estudio de los instrumentos de promoción científica y tecnológica. In: FOLADORI, G. et al. (Dir.). **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**. Mexico: Editions M.A. Porrúa, 2012. p.13-32.

HUBERT, M. Piloter la recherche ? Les effets des politiques de soutien aux nanosciences sur les stratégies scientifiques des chercheurs. **Innovation/Innovación/Inovação–RICEC**, [S.l.], v.3, n.2, p.1-10, 2012.

_____. Le rôle des dynamiques d'organisation dans les sciences: le cas des plateformes de caractérisation en nanosciences. **Revue Terrains & Travaux**, [S.l.], n.18, p.193-214, 2011.

HUBERT, M.; LOUVEL, S. Le financement sur projet: quelles conséquences sur le travail des chercheurs? **Revue Mouvements**, [S.l.], n.71, p.13-24, 2012.

HUBERT, M.; SPIVAK L'HOSTE, A. Prendre la vague des nanotechnologies depuis la périphérie. **Revue d'Anthropologie des Connaissances**, [S.l.], n.5, p.441-468, 2008.

HUBERT, M.; CHATEAURAYNAUD, F.; FOURNIAU, J.-M. Les chercheurs et la programmation de la recherche: du discours stratégique à la construction de sens. **Quaderni**, [S.l.], n.77, p.85-96, 2012.

HUBERT, M.; JOUVENET, M.; VINCK, D. Politiques 'de l'innovation' et transformations des mondes scientifiques: le pari des nanosciences et nanotechnologies à Grenoble. In: AUST, J.; CRESPIY, C. (Dir.). **Les politiques de recherche entre État, profession et marché**. Paris: Éditions des Archives Contemporaines, 2014. p.79-107.

INVERNIZZI, N. Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS**, [S.l.], v.1, n.2, p.67-83, 2004.

INVERNIZZI, N.; HUBERT, M., VINCK, D. Nanoscience and nanotechnology: how an emerging area on the scientific agenda of the core countries has been adopted and transformed in latin america. In: MEDINA, E. et al. (Ed.). **Beyond imported magic: essays on science, technology, and society in latin america**. Cambridge: MIT Press, 2014. p.223-242.

JASANOFF, S. **Designs on nature: science and democracy in Europe and the United States**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

JONES, K. E.; IRWIN, A. Un espace d'engagement citoyen? La participation profane et le changement institutionnel dans la gouvernance contemporaine des risques. **Revue d'Anthropologie des Connaissances**, [S.l.], v.7, n.1, p.145-170, 2013.

KOSTOFF, R. et al. Global nanotechnology research metrics. **Scientometrics**, Amsterdam, v.70, n.3, p.565-601, 2007.

LANCIANO-MORENAT, C.; VERDIER, E. Dynamiques des régimes sociétaux d'enseignement supérieur et d'innovation. **Revue Internationale de Politique Comparée**, Bruxelles, n.11, p.369-388, 2004.

LASCOUMES, P.; LE GALES, P. **Gouverner par les instruments**. Paris: Presses de Sciences Po, 2004.

LAURENT, B. **Les politiques des nanotechnologies: pour un traitement démocratique d'une science émergente**. Paris: Éditions Charles Léopold Mayer, 2010.

LIMA, L.; STEFFEN., M. Comparaisons internationales en politiques publiques: stratégies de recherche, méthodes et interprétation. **Revue Internationale de Politique Comparée**, Bruxelles, n.11, p.339-348, 2004.

MERZ, M.; BINIOK, P. How technological platforms reconfigure science-industry relations: the case of micro- and nanotechnology. **Minerva: a Review of Science, Learning and Policy**, London, n.48, p.105-124, 2010.

ROBINSON, D.; RIP, A.; MANGEMATIN, V. Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology. **Research Policy**, Amsterdam, v.36, n.6, p.871-879, 2007.

ROCO, M.; BAINBRIDGE, W. (Ed.). **Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science**. Dordrecht: Kluwer, 2003.

SCHUMMER, J. The global institutionalization of nanotechnology research: a bibliometric approach to the assessment of science policy. **Scientometrics**, Amsterdam, v.70, n.3, p.669-692, 2007.

SPIVAK, A. et al. La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas, in: FOLADORI, G. et al. (Dir.). **Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina**, Mexico: Editions M.A. Porrúa, 2012, p.33-53.

VINCK, D. **Les nanotechnologies**. Paris: Le Cavalier Bleu, 2009.

_____. L'équipement du chercheur, **Ethnographiques.org**, [S.l.], n.9, 2006. Disponible en: <<http://ethnographiques.org/2006/Vinck>>. Acceso: 4 mar. 2013.

VINCK, D.; ROBLES, E. Convergence dans les nanosciences et nanotechnologies. Le cas des micro et nanosystèmes. In: MIEGE, B.; VINCK, D. (dir.). **Les masques de la convergence**. Paris: Éditions des Archives Contemporaines, 2009. p.43-66.

VINCK, D. et al. Culture de la différence et pratiques de l'articulation entre chercheurs en micro et nanotechnologies. In: LERESHE, J.-P. et al. (Ed.). **La fabrique des sciences: des institutions aux pratiques**. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006. p.147-163.

_____. Dynamique technologique controversée et débat démocratique: le cas des micro et nanotechnologies. In: GOUJON, S. P.; LAVELLE, C. L. (Ed.). **Technique communication et societe: a la recherche d'une modèle de gouvernance**, 2006. p.247-266.

WONG, P.; HO, Y.; CHAN, C. Internationalisation and evolution of an emerging technology: the case of nanotechnology. **Scientometrics**, Amsterdam, v.70, n.3, p.715-737, 2007.

Recebido em 08/01/2014.

Aprovado em 26/10/2014.