

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS
VOLUMEN 13 (2007)

Pío García
Luis Salvatico
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Las prácticas nanotecnocientíficas como objeto de estudio

*Ailin María Reising**

El presente trabajo constituye una aproximación inicial al análisis de los actores y las políticas gubernamentales implicados en la institucionalización de las prácticas nanotecnocientíficas en nuestro país, teniendo como marco de referencia algunos aspectos que han caracterizado a este proceso en Estados Unidos y la Unión Europea.

Las prácticas nanotecnocientíficas encuentran un hito fundacional en la conferencia pronunciada por Richard Feynman en 1959 "There's Plenty of Room at the Bottom". Allí sugirió la posibilidad de construir materiales según especificidades y de diseñar estructuras sumamente pequeñas capaces de almacenar información. Hasta la década del '80 el programa de investigación sugerido por Feynman se desarrolló en un plano básicamente teórico, dado que no se contaba con tecnología que permitiera la manipulación atómica individual. A partir de entonces el desarrollo de instrumentos como el microscopio de barrido de efecto túnel¹ y el de fuerza atómica² promovió que buena parte de las ciencias e ingeniería de materiales reorientaran sus investigaciones de la microescala a la nanoescala³. A diferencia de otros instrumentos, basados en la manipulación de átomos y moléculas en lotes, éstos permitieron visualizar y manipular individualmente los átomos en patrones estables, dando lugar a la construcción de estructuras según especificaciones atómicas y al estudio de efectos a escala nanométrica mediante técnicas "bottom up"⁴, que se sumaron a las "top down"⁵ ya utilizadas. Paralelamente, científicos de las universidades de Sussex y Rice descubrieron el fullereno, un compuesto de carbono 60 que derrumbó la creencia sostenida hasta entonces de que las únicas formas estables del carbono eran el grafito y el diamante. Ello abrió nuevas líneas de investigación en torno al desarrollo de moléculas de carbono de distintos tamaños y volúmenes que derivaron en el diseño de "nanotubos" de carbono y en el estudio de sus aplicaciones industriales.

Estos desarrollos fortalecieron el campo configurando en él un modo de producción de conocimiento que al articular al sector académico y al productivo responde a lo que autores como Gibbons et. al. (1994) han definido como "modo II"⁶ o que otros como Etzkowitz y Leydesdorff (1995) denominan "triple hélice"⁷. En Estados Unidos la configuración de esta modalidad de producción de conocimiento estuvo acompañada por una estrategia gubernamental lanzada en el año 2000 que procura resolver el rezago estadounidense en el desarrollo conceptual y tecnológico de las nanotecnociencias (National Nanotechnology Initiative, 2000). La misma implicó la creación de 30 centros de I+D entre 2004 y 2006, la implementación de programas de formación que se sumaron a los que desde 1986 impulsaba el Foresight Nanotech Institute y una inversión que ascendió de 422 millones de dólares en el 2001 a 3000 millones en el 2003 (Forbes, 2004). En la Unidad Europea el campo experimentó un proceso de institucionalización más paulatino que si bien no afectó el progreso epistemológico y tecnológico de las nanotecnociencias y la incorporación de sus productos al sector productivo, retardó su

* CONICET, Universidad Nacional del Comahue, Fundación Bariloche

constitución como área autónoma de investigación. Cuatro años más tarde de que Estados Unidos lanzara su programa de desarrollo, la Unión Europea implementó el suyo con el objeto de evitar que la diversificación de la investigación nanotecnocientífica redunde en una pérdida de competitividad frente a Estados Unidos y Japón⁸ (European Strategy for Nanotechnology, 2004). Ello dio lugar a la consolidación de una red que nuclea a más de 12 universidades y centros de I+D y a un plan de acción para encuadrar las líneas de investigación que se venían desarrollando en programas I+D de mayor envergadura y promover la capacitación de recursos humanos.

En líneas generales, las estrategias de desarrollo estadounidense y europea para las nanotecnociencias son muy similares salvo en dos aspectos. El primero es una cuestión de acento pues si bien esta última reconoce en éstas un valor para la seguridad pública, éste no aparece exclusivamente ligado a los potenciales usos militares de las nanotecnologías sino también, por ejemplo, a la detección de sustancias nocivas para la salud⁹. El segundo es el énfasis de esta última en el análisis de las implicancias sociales y éticas de las nanotecnologías, sus riesgos para la salud y el medio ambiente y en la reglamentación de las prácticas de investigación y desarrollo. Estos aspectos fueron contemplados desde un principio por las estrategias europeas, que contemplan consultas sobre la percepción pública de las nanotecnociencias y programas como *Sciencewise* –tendientes a promover el diálogo entre la comunidad científica y la sociedad sobre estos temas- a los que en el 2006 se sumó un plan de información voluntario impulsado por el gobierno británico para crear un banco de datos sobre las nanotecnologías desarrolladas en el sector productivo y extender a éstas el análisis de riesgo. Si bien presentes, en las estrategias estadounidenses estos aspectos comenzaron a ser considerados más exhaustivamente a posteriori del lanzamiento de la *National Nanotechnology Initiative* como respuesta a las presiones de ONGs ligadas al campo como el *Action Group on Erosion, Technology and Concentration*. En tal contexto se conformaron grupos de trabajo sobre análisis de riesgo como el *Nano Environment and Health Implications Working Group* (2003).

Una de las principales razones del creciente interés de Estados Unidos y la Unión Europea, sin olvidar a Japón, en las potencialidades y riesgos de las prácticas nanotecnocientíficas radica en lo que éstas prometen a futuro: un poder transformador comparable al que tuvieron la máquina de vapor en el siglo XVIII, la electricidad en el siglo XX y las tecnologías de la información y de la comunicación en las sociedades contemporáneas. Según proyecciones económicas, hacia el 2015 el mismo redundará en un volumen de facturación mundial de aproximadamente 1.1 billones de dólares. Éstas son respaldadas por informes como el *Nanotech Report* (Forbes, 2004), según el cual actualmente existen en el mercado más de 200 productos con nanocomponentes¹⁰, y el de la *Nano Business Alliance* que indica que en el 2005 se alcanzó una facturación de aproximadamente 32 mil millones de dólares (Baker y Aston, 2005), cifra que supera el total de las exportaciones de América Latina y el Caribe en el 2004 (CEPAL, 2004).

En Latinoamérica el primer país en definir estrategias de desarrollo para las nanotecnociencias fue Brasil. Paralelamente al lanzamiento del programa estadounidense en el año 2000, este país lanzó su Programa Nacional de Nanotecnología en el marco de la *Iniciativa Científica Milenium*¹¹ implicando la creación de cuatro Institutos Milenium, la conformación de redes de investigación y una inversión gubernamental de aproximadamente 28 millones de dólares entre 2004 y 2007. Posterior y contemporáneamente al lanzamiento del programa

europeo, Argentina realizó la primera acción tendiente a desarrollar al campo declarando a la nanotecnología -junto a la biotecnología, la metalmeccánica y las tecnologías de la información y la comunicación- como área de vacancia. Asimismo, abrió a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECYT) un concurso con el objeto de integrar a los grupos que desde fines de los '80 realizaban actividades en el área en redes de investigación. Como resultado de ello se conformaron tres redes que entre 2004 y 2007 recibirán una inversión estimada de 300.000 dólares y que vinculan a instituciones como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) -que prevé crear un *Centro de Nanociencia y Nanotecnología* entre sus Centros Atómicos Bariloche (CAB) y Constituyentes (CAC)- la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, la Universidad de La Plata y el Consejo Nacional de Investigaciones en Ciencia y Tecnología (CONICET) -que han acordado la creación de un *Centro de Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología*. Entre los grupos de trabajo conformados en estas redes cabe mencionar, a título de ejemplo, al "Grupo de Nanomagnetismo del Laboratorio de Resonancias Magnéticas" -que integra a científicos del CAB, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, del LPN-CNR de Francia, de la Universidad de Michigan y del Instituto de Ciencias Materiales del CSIC- al "Grupo de Superconductores nanoestructurados" -conformado por el Laboratorio de Bajas Temperaturas del CAB, la Universidad de California, la Universidad De Neuchatel, Suiza y el INPE de Brasil- al "Grupo de materiales superduros" -conformado por el grupo de superficies y sólidos del TANDAR (CAC), el departamento de materiales de la CNEA, el Instituto de Física e Ingeniería de Materiales de la Universidad del Centro- y al "Grupo de Espectroscopia Raman de moléculas asiladas y de autoensmblados de biomoléculas para reconocimiento molecular", el de más reciente conformación -que integra al Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y el CONICET, al Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de La Plata, al CAC y el CAB.

A fin de consolidar grupos de investigación como estos y de estimular el desarrollo de otras líneas de investigación, la SECyT implementó el Plan de Acción de Mediano Plazo (2005-2015) y el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2006 en los cuales se define al campo nanotecnocientífico como un área estratégica y estableció a través de los Proyectos Para Áreas Estratégicas del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONCYT) una vía de financiación para investigaciones desarrolladas entre empresas y grupos de I+D. De este modo se ha incorporado al programa de desarrollo a grupos de investigación mucho más vinculados al sector industrial que los anteriormente mencionados, entre ellos "Grupo de Nanotecnología" del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), cuyos antecedentes se remontan a finales de los '80 cuando desarrolló un microscopio de efecto túnel y se lograron las primeras imágenes de resolución atómica en Latinoamérica. Actualmente, este grupo se dedica al desarrollo de envases activos y biodegradables, pinturas bactericidas y diseño y caracterización de compuestos de poliésteres biodegradables en el marco de una red que incluye actores académicos como la Universidad Nacional de General San Martín, la UBA y el Physikalisch Technische Bundesastald de Alemania y empresariales como Unilever Argentina, Comandes, Akapol y la Cámara de Fabricantes de Pintura.

A estas acciones se sumó la creación de un organismo binacional para coordinar las investigaciones desarrolladas en Argentina y Brasil: el Centro de Nanotecnología de Argentina y Brasil¹². El formato organizativo del mismo se inspiró en otras experiencias de cooperación internacional como el Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología y la Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas. Su objetivo consiste en nuclear la investigación de ambos países para mejorar la capacidad de los recursos humanos del área, gestionar becas de intercambio y organizar actividades de difusión, transferencia y vinculación entre el sector académico y el productivo. La iniciativa de consolidar una comunidad nanotecnocientífica binacional fue refrendada el 29 y 30 mayo del 2006 por la Declaración de Buenos Aires y su Plan de Acción, tendiente a dar forma a un Programa Marco de Ciencia y Tecnología del MERCOSUR dentro del cual la nanotecnología sea considerada área prioritaria.

Paralelamente a estas acciones impulsadas desde la SECYT el gobierno nacional creó a través del Ministerio de Economía a la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), institución a la que se le asignaron 10 millones de dólares para sus primeros cinco años de funcionamiento. Administrada por la Ministro de Economía, la FAN tiene un comité asesor conformado por la SECYT, la CNEA, la Comisión Nacional de Asuntos Espaciales (CONAE), el CONICET, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el INTI, la UBA e INVAP S.E. Su objetivo primordial consiste en incorporar a la nanotecnología al sector productivo para lo cual está abocada a: identificar prioridades temáticas y nichos de oportunidades productivas, fomentar la participación de investigadores, instituciones y empresas en redes internacionales, crear un inventario de las facilidades tecnológicas disponibles en el país para el desarrollo de nanotecnologías, realizar consultas a la comunidad científico-tecnológica sobre las necesidades, oportunidades y estrategias de apoyo, brindar información a potenciales usuarios y público en general sobre la nanotecnología, su importancia y las “oportunidades que ofrece para mejorar la producción, la competitividad de la industria y la calidad de vida de la población” (FAN, 2005).

En este sentido es posible observar que a diferencia de las estrategias implementadas por la SECYT o el Centro de Nanotecnología de Argentina y Brasil, la FAN ha adoptado un posicionamiento nanoutópico. Al igual que dichos organismos, alude al poder transformador de las nanotecnologías, comparable al de la máquina de vapor, la electricidad y las tecnologías de la información y la comunicación, pero a diferencia de éstos asegura que las nanotecnologías redundarán en una mejorara de los sistemas productivos, en la calidad de vida de la población e incluso en la creación de puestos de trabajo. Tanto esta visión acrítica de las nanotecnologías como la envergadura del financiamiento asignado y la implementación de estrategias por fuera de los marcos de regulación y control reconocidos por la comunidad científica motivaron que buena parte de ésta se manifestara en contra de la FAN elevando, a dos meses de su creación, un proyecto a la Cámara de Diputados titulado “Marco del Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías” (Sametband, 2005). La primera acción del mismo consiste en derogarla bajo el supuesto de que constituye un trasplante acrítico de estrategias implementadas en Estados Unidos y la Unión Europea. Un trasplante que, se sostiene, implica el costo de la autonomía de la comunidad nanotecnocientífica local al momento de definir líneas de investigación en el área. Pues aquellas que la FAN ha considerado relevantes responden a intereses de corporaciones transnacionales como *Lucent Technologies*. Dedicada a las

comunicaciones, en el año 2004 obtuvo junto al *Space and Naval Warfare Systems Center* de San Diego un contrato por cuatro años por 9,5 millones de dólares para suministrar microsistemas para aplicaciones militares al *Defense Advanced Research Projects Agency* de Estados Unidos.

Esta crítica a la falta de autonomía en la definición de líneas de investigación cobró mayor fuerza en el marco de la polémica suscitada por el artículo "La batalla naval de los científicos argentinos" (Ferri, 2005) que destacó el apoyo financiero que recibían proyectos en el área de análisis de complejas¹³, estudios oceanográficos¹⁴ y nanotecnologías¹⁵ por parte de organismos militares estadounidenses. Como resultado de ello la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso Nacional elaboró un proyecto de resolución solicitando al Poder Ejecutivo que informe sobre investigaciones desarrolladas en instituciones y centros de I+D que reciben financiamiento de organismos militares extranjeros, los mecanismos que permitieron su autorización y el tipo de control que se ejerce sobre estos convenios. Paralelamente, buena parte de la comunidad nanotecnocientífica ha comenzado subrayar la necesidad de que la definición de líneas de investigación prioritarias responda a demandas sociales y a las capacidades de los sistemas de innovación y producción locales. En tal sentido la misma ha incorporado a las discusiones sobre las estrategias de desarrollo del campo dos aspectos hasta ahora no contemplados: la utilidad social de la ciencia y el estudio de riesgo de las nanotecnologías sobre la salud, el medio ambiente y de su impacto en la estructura productiva y las concepciones culturales acerca de la tecnología (Hallberg, 2006).

Como hemos visto, el desarrollo de las prácticas nanotecnocientíficas ha implicado la cooperación de distintos actores- universidades, gobiernos, agencias públicas y empresas- congregados en torno a facilidades tecnológicas que han operado como una fuerza directriz y coagulante que configuró una modalidad de producción de conocimiento basada en la integración del sector académico, el productivo y el Estado. Tanto las estrategias estadounidense y europea han contribuido a consolidarla si bien estableciendo límites para su desarrollo en torno a: el análisis de riesgo de las nanotecnologías para la salud pública y el medioambiente, la percepción pública de las mismas, la necesidad de establecer registros públicos de nanocomponentes o nanomateriales y el control social de los tipos de productos a desarrollar. El caso argentino muestra, al menos por el momento, el intento de implantar esta modalidad articulando al sector académico y productivo mediante formatos institucionales claramente diferentes: la SECYT y la FAN. Ello ha movilizado a buena parte de la comunidad nanotecnocientífica instalando en el debate la necesidad de que las estrategias de desarrollo del campo sean socialmente responsables.

Notas

¹ El mismo fue desarrollado por Gerd Binnig y Heinrich Rohrer, quienes obtuvieron en 1986 el Premio Nobel.

² Este instrumento fue desarrollado en 1986 por Binnig, Calvin Quate y Christoph Gerber.

³ El prefijo nano designa 10 a las -9 o un mil millonésimo.

⁴ Estas técnicas permiten diseñar el material sumando un átomo a otro, dando lugar al estudio de la superficie de distintos metales, semiconductores, superconductores, polímeros, aislantes y materiales biológicos, entre otros.

⁵ Estas técnicas construyen el material tallándolo, análogamente a como un escultor da forma a una estatua a partir de un bloque de madera, cerámica o mármol.

⁶ Se denomina "modo II" al modo de producción de conocimiento contrapuesto al "modo I", caracterizado por criterios académicos, distinciones disciplinares, homogeneidad de los actores involucrados y autonomía científica. Frente a ello el

“modo II” se desarrolla en un contexto de aplicación, transdisciplinariedad, heterogeneidad de actores, control social y responsabilidad social de la ciencia.

⁷ El concepto de “triple hélice” alude una forma de producción de conocimiento fundamentada en la interacción entre la universidad, la industria y el gobierno.

⁸ El creciente temor a la pérdida de competitividad se vincula con datos difundidos por el *Action Group on Erosion, Technology and Concentration* según los cuales, por ejemplo, hay más científicos trabajando en nanotecnologías en el área que rodea Beijing que en toda Europa Occidental.

⁹ A diferencia de ello el programa estadounidense destaca el potencial de estas tecnologías para fines militares, entre los cuales incluye, por ejemplo, el mejoramiento humano con fines no terapéuticos.

¹⁰ Entre otros productos cabe mencionar: calzado térmico (Aspen Aeogels), colchones (Simmons Bedding Co.), palos de golf (Maruman & Co.), cosméticos (Bionova), vendajes médicos (Westaim Corporation), desinfectantes y limpiadores (EnviroSystems), productos para la construcción (BASF, Nanofilm), productos farmacéuticos (CNBC; 3M ESPE, Gilead Sciences), catalizadores (ExxonMobil).

¹¹ La Iniciativa Científica Milenio facilitó mediante créditos del Banco Mundial la creación de laboratorios especializados en países en vías de desarrollo. Otro país latinoamericano que aplicó a la misma fue Chile, a través de lo cual creó el Núcleo Milenio de la Materia Condensada, dedicado a la investigación nanocientífica.

¹² El Centro se creó el 30 de noviembre de 2005 en el marco de la reunión Ciencia, Tecnología y Sociedad organizada por la SECYT. La Argentina está representada por la UBA, la CNEA y la SECyT y Brasil por la Universidad Federal de Río de Janeiro, la UFRGS, el director de Políticas y Programas Sectoriales del Ministerio de Ciencia y Técnica y el coordinador general de Micro y Nanotecnologías.

¹³ Este proyecto titulado “Investigación de redes complejas con aplicación en modelación de redes terroristas” y desarrollado por investigadores de la Universidad de Mar del Plata recibió apoyo financiero de la Office of Naval Research de Estados Unidos, organismo que destaca el valor del mismo para la elaboración de modelos de guerra terrorista y bioquímica.

¹⁴ Tal proyecto, desarrollado por Argentina, Brasil, Uruguay y Estados Unidos con el objeto de estudiar los efectos de la Cuenca del Río de la Plata en el Atlántico Sur, implicó la participación del Servicio de Hidrografía Naval Argentino y organismos equivalentes de Uruguay y Brasil, además de las universidades de San Pablo y Río Grande do Sul.

¹⁵ El proyecto, titulado “Nanomateriales para sensores” fue desarrollado conjuntamente por investigadores del CAB y la Office of Naval Research de Estados Unidos.

Referencias bibliográficas y fuentes consultadas

Baker, S. y Aston, A. (2005), “The Business of Nanotech”, *Business Week*, Febrero, 14.

CEPAL, (2004), “Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe”, www.cepal.org

Comisión de las Comunidades Europeas (2004), “Estrategia europea para las nanotecnologías”, Bruselas 12 de mayo.

CNEA (2005), Proyecto de creación del Centro de Nanociencia y Nanotecnología, 28 de junio, Buenos Aires. Disposición 86/04.

CONICET (2004, 2006), “Programa Estratégico para el Desarrollo Institucional”, www.conicet.gov.ar

Curl, R., Smalley, R. (1991), “Fullerenes”, *Scientific American*, 265, 4, 54-63.

ETC Group (2004), “Desde el Reino Unido: Reporte sobre nanotecnología, más aciertos que errores”, *Boletín de Prensa*, 29 de julio, www.etcgroup.org

Etzkowitz y Leydesdorff (1995), “The triple helix: university - industry - government relations a laboratory for knowledge based economic development”, *EASST Review*, 14, 1, www.chem.uva.nl/easst/easst951.html

FAN (2005), Decreto de creación, Poder Ejecutivo Nacional (380/05), www.fan.org.ar

Ferrari, A. (2005), “La batalla naval de los científicos argentinos”, *Página 12*, 25 de Septiembre, www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-56973-2005-09-25.html

Foladori, G. (2005), “Nanotecnología en Argentina: corriendo tras la liebre”, *Internacional Nanotechnology and Society Network*, *Euroresidentes*, 18 de octubre.

Forbes (2004), *Nanotech Report*, 3(12), 1-3, www.forbesnanotech.com

Gallardo, S. (2005), “Crearán un Centro Binacional de Nanociencia: cooperación entre Argentina y Brasil”, *Cable Semanal*, 554, año 16, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

Gibbons et. al. (1994), *The New Production of Knowledge*, London: Sage Publications.

-
- Hallberg, K. (2006), "Propuestas para el desarrollo socialmente responsable de la Nanociencia y la Nanotecnología", II Reunión de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 5 al 8 de junio, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Buenos Aires.
- INTI, www.inti.gov.ar/pdf/inti-nanotecnologia.pdf
- Lux Research, (2004), "Inversión Mundial en Nanotecnología", *Euroresidentes*, 22 de agosto.
- Nanoforum.org (2004), "Nanotecnología en Europa: Estrategias", *Euroresidentes*, 8 de octubre.
- National Nanotechnology Initiative (2000), Executive Office of the President of the United States, National Science and Technology Council.
- Physorg.com (2004), "DARPA Selects Lucent Technologies to Provide Nanotechnology For Advanced Military Systems", *Physorg.com News*, <http://www.physorg.com/news1113.html>
- Sametband (2005), Ten Year Nanotechnology Plan proponed in Argentine, 27 de junio. [www.scide.net/content/news/eng/United Nations Development Program, \(2005\), Human Development Report. www.undp.org/reports/global/2005/pdf/HDR05_complete.pdf](http://www.scide.net/content/news/eng/United%20Nations%20Development%20Program,%20(2005),%20Human%20Development%20Report.%20www.undp.org/reports/global/2005/pdf/HDR05_complete.pdf)