

Desarrollo de la nanotecnología en Brasil 2001-2009

PAULO ROBERTO MARTINS*

INTRODUCCIÓN

Toda periodización utilizada para determinar cuando algo surge en la ciencia y tecnología (CyT) de un país es problemática por tratarse de un recorte de la historia. Siempre es posible identificar que el origen de un evento se remonta a un periodo anterior al que generalmente se admite.

Aunque puedan ser constatadas inversiones del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) en equipamientos para técnicas de crecimiento epitaxial de semiconductores, realizadas en 1987,¹ así como tesis en el campo de la nanociencia y la nanotecnología, como, por ejemplo, las defendidas en la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp) desde 1992,² indicando que los investigadores individuales o el mismo grupo de investigación existían y producían nanociencia y nanotecnología en Brasil anteriormente al año 2001, es preciso resaltar también que, cuando se presenta el desarrollo de un determinado sector económico o de una determinada área de CyT poco fundamentada en fuentes oficiales, ciertamente se presenta una parte del todo, es decir, aquella parte que apenas refleja la visión oficial sobre el proceso de desarrollo en cuestión.³

En Brasil, el principal órgano gubernamental responsable del desarrollo de la nanociencia y nanotecnología es el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT). Dentro del MCT la definición de políticas y programas de investigación y desarrollo de nanotecnología es de competencia de la Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo (SEPED). Esta Secretaría tiene un Comité Consultivo para Nanotecnología, formado por investigadores de renombre internacional en el área de nanotecnología. Cuenta también con un Comité Ejecutivo de la Política de Desarrollo Productivo, formado por representantes de diversos órganos gubernamentales, que trabajan con nanotecnología.

* Sociólogo, maestro en desarrollo agrícola, doctor en ciencias sociales, investigador del Instituto de Investigaciones Tecnológicas del Estado de Sao Paulo - IPT, coordinador de la Red Brasileña de Investigaciones en Nanotecnología, Sociedad y Medio Ambiente - RENANOSOMA, coordinador del Proyecto de Involucramiento Público en Nanotecnología (Engajamento Público), presidente de Sociólogos sin Fronteras Latino América.

¹ Brasil, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Edicto CNPq Nano n° 01/2001, Brasilia, 2001. Disponible en: <<http://www.memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/nanociencia.htm>>. Acceso el 11 de enero de 2007.

² Documento de la Unicamp con la relación de las tesis defendidas entre 1992 y 2005, se encuentran disponibles en: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/33353.html>>. Acceso el 12 de sept. de 2006.

³ Esta parte está disponible en el sitio del Ministerio de Ciencia y Tecnología: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/727.html>>, materializada en varios informes, proclamaciones, decretos, y por ello no será el objetivo central en este documento.

La más reciente noción de la organización de las actividades en ciencia y tecnología en Brasil fue expresada en el documento Programa Institutos Nacionales de CyT, de julio de 2008

La organización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, objeto de reflexiones y discusiones durante la elaboración del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, debe tener como base: el conjunto de grupos de investigación en todas las áreas del conocimiento, distribuidos por el territorio nacional; institutos formados por grupos de mayor experiencia y competencia científica, predominantemente en universidades públicas federales y estatales; e institutos de investigación científica y/o tecnológica, no universitarios, vinculados al gobierno federal o a los gobiernos estatales, como también aquellos de carácter privado. Este sistema de ciencia y tecnología es financiado principalmente con recursos públicos federales y estatales; sobresalen los recursos derivados de la CNPq, FINEP, CAPES, Petrobrás, BNDES, Ministerio de Salud, y fundaciones estatales de apoyo a la investigación, entre otros.⁴

Hechos los esclarecimientos antes citados, se subraya aquí que lo histórico adoptado en este trabajo para caracterizar el desarrollo reciente de la nanociencia y la nanotecnología en Brasil ha iniciado en el siglo XXI.

LAS TRES PRINCIPALES ACCIONES DEL GOBIERNO BRASILEÑO DIRIGIDAS AL DESARROLLO DE LA NANOCIENCIA Y LA NANOTECNOLOGÍA⁵

Este tópico será presentado en forma de análisis crítico, fundamentado en los datos oficiales del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), y también hará referencias a números, datos, hechos que no están retratados en las fuentes oficiales. Es lo que podemos denominar la historia de la nanotecnología “no contada”, oculta y muchas veces ignorada a propósito como forma de materializar la disputa existente entre las diversas áreas del conocimiento (exactas, biológicas y humanas) sobre lo que es el desarrollo de la nanotecnología en Brasil y quiénes son sus protagonistas.

Las cuatro redes oficiales de investigación en nanotecnología⁶

Ciertamente, este marco en el desarrollo de la nanotecnología en Brasil es el más importante en términos de articular recursos humanos y financieros. El Edicto CNPq Nano n° 1/2001 se transformó en la primera acción del Estado brasileño centrada en la organización de esta actividad con recursos financieros de R\$ 3 millones de reales. Su objetivo era fomentar la constitución y consolidación de Redes Cooperativas Integradas de Investigación Básica y Aplicada en Nanociencias y Nanotecnologías, orga-

⁴ Brasil. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Programa Institutos Nacionales de C&T. Capturado el 12/12/09 en URL: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25736.pdf>.

⁵ Otras acciones gubernamentales existieron a lo largo del periodo 2001-2009, como, por ejemplo, el apoyo a incubación de empresas, subvención económica a empresas, infraestructura de laboratorios, acuerdos internacionales; sin embargo, estas acciones no tuvieron el carácter estructurante de las redes de investigación en la producción de conocimientos sobre nanotecnología.

⁶ El sentido de la expresión redes oficiales es registrar el hecho de que éstas contaron con recursos financieros del sistema nacional de ciencia y tecnología.

nizadas como centros virtuales de carácter multidisciplinar y cobertura nacional, a partir de ahora denominadas Redes, a través del apoyo a proyectos de investigación científica o de desarrollo tecnológico, en temas seleccionados en las líneas de investigación en nanociencias y nanotecnologías para 2001-2002.⁷

Las cuatro redes aprobadas en el Edicto CNPq 1/2001 fueron las siguientes:

1. Red de Nanobiotecnología.
2. Red de Nanodispositivos, Semiconductores y Materiales Nanoestructurados (NanoSemiMat).
3. Red Nacional de Materiales Nanoestructurados; coordinador: Israel Baumvol.
4. Red de Nanotecnología Molecular y de Interfases (Renami).

Es preciso aclarar que el carácter multidisciplinar atribuido a la nanociencia y a la nanotecnología nunca incorporó a las ciencias humanas, y que aquéllas siempre fueron entendidas y practicadas como una exclusión del área de humanidades.

Por medio de estas redes, el Estado brasileño pretendía:

- i) Iniciar un proceso de creación y consolidación de competencias nacionales.
- ii) Identificar grupos o instituciones de investigación que desarrollen o puedan orientarse a la generación de proyectos relacionados con el área de nanociencias y nanotecnologías.
- iii) Estimular las articulaciones de dichos grupos e instituciones con empresas potencialmente interesadas o activas en el sector, más allá de su intercambio con centros de reconocida competencia en el país y en el exterior.⁸

También es preciso recalcar que, de 2001 a 2005, estas redes recibieron R\$ 3 millones, en consecuencia del Edicto CNPq Nano n° 01/2001, que las creó. Dos términos adicionales fueron firmados. El primero de ellos en 2003, con un valor de R\$ 5 millones, y el segundo en 2004, con el monto de R\$ 1,800,000.00. Por lo tanto, de 2001 a 2005 las cuatro redes de investigación recibieron un total de R\$ 9,800,000.00.⁹

De forma desagregada por red, el cuadro 1 indica los resultados obtenidos por cada una de ellas:

CUADRO 1. Resultados por red de investigaciones

Red	Investigaciones	Instituciones	Empresas	Artículos	Patentes
Nanobiotecnología	92	19	9	674	25
NanoSemiMat	55	18	1	970	15
Nanoestructurados	150	23	*	225	*
Renami	61	17	3	450	57
Total	358	77	13	2,319	97

Fuente: los autores, con base en Brasil (2006b: 12).

⁷ Brasil, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Edicto CNPq Nano n° 01/2001, Brasilia, 2001. Disponible en: <<http://www.memoria.cnpq.br/servicos/editais/ct/nanociencia.htm>>. Acceso el 11 de enero de 2007.

⁸ *Ibidem*.

⁹ *Ibidem*. (2006b: 8-9).

Las diez redes oficiales de investigación en nanotecnología

La continuidad de la acción gubernamental en este campo de fomento y constitución de redes de investigación cooperativas en nanociencia y nanotecnología se da mediante el edicto MCT/CNPq n° 29/2005. Según el informe de la Coordinación de Nanotecnología del MCT,¹⁰ en 2005 el Edicto MCT/CNPq n° 29/2005 creó diez redes (Programa Red BrasilNano), que presentaron una demanda de R\$ 27.2 millones en cuatro años. Los recursos procedieron de fondos sectoriales y de acción presupuestaria (PPA 2004-2007) de Apoyo a Redes y Laboratorios de Nanotecnología.

A continuación se presenta el objetivo y las líneas de apoyo/temas del Edicto CNPQ 29/05.¹¹

Objetivo

Dar continuidad al proceso de expansión y consolidación de competencias nacionales en nanociencia y nanotecnología, apoyando la formación de redes cooperativas integradas de investigación básica y aplicada.

Líneas de apoyo / temas

Las redes tendrán como foco uno o más de los siguientes objetivos:

- La solución de problemas específicos de investigación básica.
- El desarrollo de productos y procesos innovadores, basados en nanociencia, nanotecnología o nanobiotecnología, buscando su inserción en el mercado consumidor como la consecuente sustitución de productos importados.
- Estudios de impactos sociales, éticos, ambientales.
- Educación y divulgación de nanociencia y de nanotecnología.

Por medio de las redes a ser formadas, se contempla como objetivos:

- Fomentar el desarrollo de investigación cooperativa, multi e interdisciplinar en el país, elevando el nivel de competitividad internacional de la ciencia y tecnología brasileñas.
- Estimular la investigación básica de frontera, promoviendo la cooperación entre teoría y experimento, y fomentando proyectos de alto riesgo, mas de alto potencial de ganancia.
- Acelerar el proceso de desarrollo cooperativo y de comercialización de nuevos productos y procesos basados en nanotecnología, por medio de la articulación entre instituciones científicas y tecnológicas, y empresas;
- Promover una cooperación internacional equilibrada.

¹⁰ Brasil, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Datos sobre las redes del Programa NanoBrasil, Brasilia, ago. 2006a. Disponible en: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/730.html>>. Acceso el (P) Edicto CNPQ 29/05 disponible en URL: <<http://www.cnpq.br/editais/ct/2005/encerrados05.htm>>.

¹¹ Edicto CNPQ 29/05 disponible en URL: <<http://www.cnpq.br/editais/ct/2005/encerrados05.htm>>.

- Examinar los riesgos potenciales de nuevas tecnologías basadas en nanociencia.
- Elevar el nivel de conocimiento de los jóvenes estudiantes, formadores de opinión, formuladores de políticas públicas, inversionistas y de la población en general, sobre la nanociencia, sus beneficios y sus límites, mediante programas innovadores de educación y divulgación científica.

Las redes deberán articular los esfuerzos de los diferentes actores y agentes públicos y privados capaces de contribuir a la identificación, calificación y solución de problemas relevantes en nanociencia, nanotecnología o nanobiotecnología para el desarrollo socioeconómico y científico de Brasil. Por lo tanto, este edicto ofrece, de manera integral, el conjunto de instrumentos operados por el CNPq. Tendrán prioridad las propuestas que presenten programas de trabajo claramente definidos, objetivos enfocados, metas a ser atendidas y soluciones innovadoras desde el punto de vista del acuerdo institucional.

En el ámbito de este edicto, tratándose de redes focalizadas a la innovación, serán apoyados prioritariamente, proyectos relacionados con las aplicaciones de nanotecnología:

- En la cadena productiva del agronegocio.
- En el sector de energía.
- En los sectores químico y petroquímico.
- En el sector de pigmentos y tintas.
- En el saneamiento básico y recursos hídricos.
- En los sectores de salud (humana y animal), incluyendo la exploración sustentable de la biodiversidad.
- En la siderurgia, vidrios y cerámicos.
- En el sector textil.
- En el sector de cosméticos.

Las diez redes contempladas se enumeran a continuación:

1. Red de Nanofotónica.
2. Red de Investigación en Nanobiotecnología y Sistemas Nanoestructurados.
3. Red de Nanotecnología Molecular y de Interfases.
4. Red de Nanotubos de Carbono: Ciencia y Aplicaciones.
5. Red de Nanocosméticos: del Concepto a las Aplicaciones Tecnológicas
6. Red de Microscopía de Varredura Electrónica – Software y Hardware Abiertos.
7. Red de Investigación en Simulación y Modelaje de Nanoestructuras.
8. Red Cooperativa de Investigación en Revestimientos Nanoestructurados.
9. Red de Investigación Nanoglicobiotecnológica.
10. Red de Nanobiomagnetismo.

En la fase inicial de ejecución sus actividades se concentrarán en la adquisición de equipamiento, eventos de integración e implementación de la infraestructura adecuada. Por lo tanto, hasta el primer semestre de 2006, no hubo resultados concretos en las redes, como productos, procesos de patentes o servicios.

Según el edicto 29/2005, las redes serían sometidas a las disposiciones del Decreto MCT n° 614, del 1 de diciembre de 2004, que instituyó la Red BrasilNano.

Debido a que estas 10 redes de investigación cerraron sus actividades en octubre de 2009, no hay información disponible al público relacionada con la producción de cada una de ellas. Tenemos sólo la información de que un comité —independiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología— realizó una evaluación de estas redes, concluyendo dicho trabajo en diciembre de 2009. La regla general es no hacer divulgación pública de las evaluaciones realizadas sobre los desempeños de las redes oficiales de investigación.

Institutos nacionales de ciencia y tecnología

Los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología (INCT) son considerados como los *locus* “top de línea”, estratégicos en la producción de ciencia y tecnología en Brasil, tanto por sus características de tener un foco temático en un área de conocimiento, para desarrollo a largo plazo, como por la complejidad mayor de su organización e importancia del financiamiento.

Dos son los documentos llave para el entendimiento de cómo se dio la acción del gobierno brasileño en la construcción de los INCTs. El primero de ellos se titula Programa Institutos Nacionales de CyT. Documento de Orientación Aprobado por el Comité de Coordinación el 29 de Julio de 2008 (capturado el 12/12/09 en el url <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74706.html>>). El segundo documento se trata del Edicto N° 15/2008 – MCT/CNPq/FNDCT/CAPEs/FAPEMIG/FAPERI/FAPESP —Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología (capturado el 12/12/09 en el URL <<http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/015.htm>>).

La noción generada por estas INCTs entiende que:

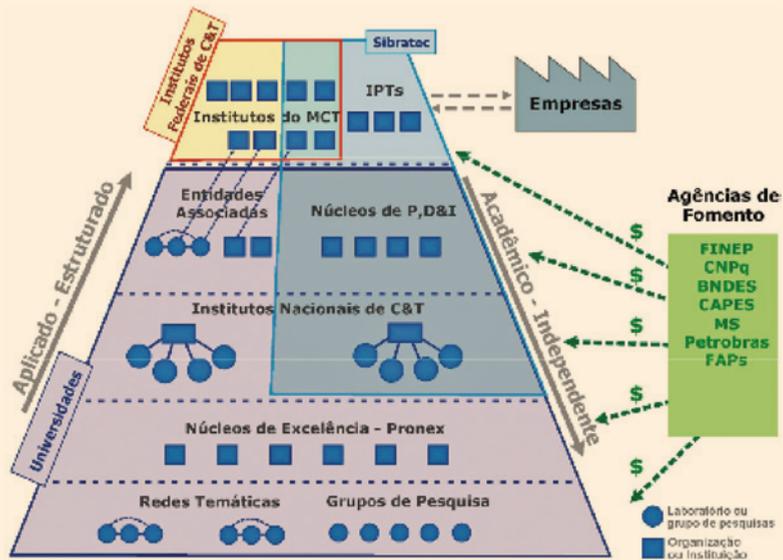
La complejidad de la ciencia y la actual dimensión del Sistema Nacional de C, T&I requieren que sean adoptados esquemas flexibles de financiamiento a la investigación, a semejanza de lo observado en otros países, donde pueda ser identificado un verdadero árbol jerárquico de unidades de investigación, como ilustra la figura 1. Este documento se refiere sólo a un programa dirigido al nivel más complejo de organización institucional, denominado Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología.¹²

Las exigencias para la constitución de los INCTs fueron delineadas de la siguiente manera:

Cada instituto deberá tener un tema o un área de actuación claramente definidos. Estos deben estar fundamentados en un programa bien estructurado de investigación científica o tecnológica que permita avances científicos sustanciales o desarrollo tecnológico innovador, y no únicamente en un proyecto de investigación o en un conjunto de proyectos de investigación, ya sean similares o vinculados. Cada Instituto será constituido por una entidad sede y por una red de grupos de investigación organizados regional o nacionalmente. La entidad sede deberá demostrar que tiene capacidad de sufragar recursos de otras fuentes así

¹² Brasil, “Programa Institutos Nacionales de C&T. Documento de Orientación Aprobado por el Comité de Coordinación el 29 de Julio de 2008” (capturado el 12/12/09 en el URL <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74706.html>>): 2.

Figura 1. Ilustración del modelo de organización del sistema C, T&I.



como de disponer de espacio físico e infraestructura que posibiliten una caracterización visible del Instituto Nacional.¹³

Los institutos tendrán programas vinculados a temas *inducidos* o temas *de escuela espontánea* de los postulantes. Los temas inducidos se vinculan con los objetivos de desarrollo científico o tecnológico de interés estratégico nacional, alineados al Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que contempla a la Nanotecnología.

El programa tendrá una duración de 5 años, siendo inicialmente asegurado su financiamiento para los primeros 3 años; tras validación, se decidirá la continuidad de apoyo por 2 años adicionales.

Objetivos del Programa de Institutos Nacionales: éste es un punto importante a ser resaltado, aquí se explicita lo que se espera de la actuación de dichos institutos. Por lo tanto:

El MCT se propone ahora dar una nueva dimensión a la iniciativa, por medio del programa de los Institutos Nacionales. El programa, globalmente, tiene metas más ambiciosas y terminadas en términos nacionales, destacando:

1. Movilizar y agregar de forma articulada con actuación en redes, los mejores grupos de investigación en áreas de frontera de la ciencia y en áreas estratégicas para el desarrollo sustentable del país, como están definidas en el PACTI.
2. Impulsar la investigación científica básica y fundamental competitiva internacionalmente.

¹³ *Ibidem*: 2.

3. Desarrollar investigación científica y tecnológica de punta asociada a aplicaciones, promoviendo la innovación y el espíritu emprendedor, en estrecha articulación con empresas innovadoras, en las áreas del Sistema Brasileño de Tecnología (SIBRATEC).
4. Promover el avance de la competencia nacional en su área de actuación, creando ambientes atrayentes y estimulantes para alumnos talentosos de diversos niveles, de enseñanza media a posgrado, y responsabilizándose directamente de la formación de jóvenes investigadores.
5. Apoyar la instalación y el funcionamiento de laboratorios en instituciones de enseñanza e investigación y empresas, en temas de frontera de la ciencia y de la tecnología, promoviendo la competitividad internacional del país, la mejor distribución nacional de investigación científicotecnológica, y la calificación del país en áreas prioritarias para su desarrollo regional y nacional.

Para su inclusión, no se espera que cada instituto alcance cada una de las cinco metas indicadas arriba, pero sí la mayor parte de ellas.¹⁴

Los recursos previstos para estos INCTs fueron estimados en R\$ 270 millones de reales en tres años, procedentes del gobierno federal (CNPQ y FNDCT).

MCT. Recursos del CNPq y del FNDCT, sumando R\$ 270 millones para aplicación en tres años

Fuente	2008	2009	2010	Total
CNPq	30	40	40	110
FNDCT	40	60	60	160
TOTL	70	100	100	270

Fuentes de los recursos (en R\$ millones).

Además de esto, las Fundaciones de Apoyo a la Investigación pertenecientes a gobiernos estatales de la región sureste (estados de Sao Paulo, Minas Gerais, Río de Janeiro) deberán aportar R\$ 135 millones de reales más para aplicar en los respectivos estados, distribuidos de la siguiente manera:

- R\$ 30 millones para el de Minas Gerais;
- R\$ 30 millones para el de Río de Janeiro;
- R\$ 75 millones para el de Sao Paulo.

Distribución regional de los recursos del MCT:

Considerando la sede del instituto, deberá atenderse la siguiente distribución regional para los recursos de la tabla anteriormente citada:

- Norte + noreste + centro-oeste + estado de ES: de la orden del 35% de los recursos.
- Sur: de la orden del 15% de los recursos.
- Sureste: de la orden del 50% de los recursos.

¹⁴ Ibidem: 3.

Con el reportaje de la Agencia Fapesp¹⁵ abajo reproducida, tenemos una síntesis del resultado de este proceso de constitución de los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología:

101 nuevos institutos
28/11/2008

Agencia FAPESP – El Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) divulgó en este jueves (27/11) la relación final de los proyectos que constituirán los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología (INCT).

Los proyectos presentados fueron validados por una comisión formada por investigadores brasileños y extranjeros y recibieron recursos públicos con un monto de R\$ 600 millones.

Participan del programa la FAPESP y las fundaciones estatales de apoyo a la investigación del Amazonas (Fapeam), Pará (Fapespa), Minas Gerais (Fapemig), Río de Janeiro (Faperj) y Santa Catarina (Fapesc).

Además del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por medio del CNPq, integran la iniciativa el Ministerio de Educación, por medio de la Coordinación del Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES), el Ministerio de Salud, la Petrobras y el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES).

Fueron seleccionados 101 proyectos, de las 261 propuestas enviadas a partir del lanzamiento del edicto del CNPq el 4 de agosto. Los institutos nacionales de ciencia y tecnología seleccionados comenzarán a funcionar desde este año. En el norte tendrán sedes en ocho institutos, que recibirán R\$ 42 millones; en el noreste, 14 institutos tendrán R\$ 59 millones; en el centro-oeste, tres instituciones tendrán recursos por R\$ 18 millones; en la región sur los 13 institutos seleccionados recibirán R\$ 53 millones y, en el sureste, donde se encuentran 63 unidades —el mayor número de sedes— el aporte llega a los R\$ 319 millones.

De los proyectos aprobados, 35 son del estado de Sao Paulo (confiere la relación). Por medio del término de cooperación firmado entre la FAPESP y el CNPq, serán invertidos en los institutos nacionales de ciencia y tecnología a ser sedes en Sao Paulo R\$ 187,166,343.00, divididos igualmente entre las dos instituciones para apoyar los 35 proyectos seleccionados.

El apoyo de la FAPESP permitió la duplicación de los recursos federales invertidos en Sao Paulo para la creación de institutos en el estado. La Fundación también propuso que las dos instituciones aprobaran cifras adicionales de R\$ 25 millones a razón de la alta calidad de las propuestas revisadas durante el proceso de análisis.

Los proyectos aprobados tienen las características de los proyectos temáticos de la FAPESP, modalidad que se destina para apoyar propuestas de investigación con objetivos suficientemente ambiciosos, que justifiquen mayor duración y menor número de investigadores participantes.

La lista de los 101 proyectos aprobados está disponible en el sitio del CNPq, en <www.cnpq.br/resultados/2008/015.htm>.

Cabe añadir que dadas las presiones realizadas por diversas instituciones y coordinadores de proyectos no aprobados junto con las instituciones federales que coor-

¹⁵ Agencia Fapesp “101 nuevos institutos” Sao Paulo, 28/11/2008.

dinaban el edicto público referente a la constitución de dichos INCT, terminaron por conseguir la aprobación de más de 22 proyectos, y con esto al final, Brasil pasó a tener 123 institutos nacionales de ciencia y tecnología.

Este proceso consolidó el *stablishment* de la ciencia brasileña, puesto que el edicto 15/08 exigía que los coordinadores de estos INCT fueran investigadores I-A y I-B en la clasificación de los científicos brasileños efectuada por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq). Supuestamente, estos investigadores son los más calificados y experimentados en sus áreas de investigación.

Esto puede ser cierto para las áreas del conocimiento que tienen decenas de años de producción científica, como, por ejemplo, la física nuclear o la sociología urbana. Sin embargo, esto no es verdad para las áreas de frontera, como las nanotecnologías y más claramente aún para los impactos sociales, ambientales, económicos y éticos de las nanotecnologías. Esta exigencia eliminaba la posibilidad de que quien trabajara, produjera en esa área de frontera (aquella que va a consolidarse en el futuro) se pudiera colocar como coordinador de proyecto. Necesariamente, tenía que pasar esta función (y sus atribuciones de poder) a quien nunca produjo nada en esta área de frontera, pero haya sido elegido por sus colegas para ser investigador I-A o I-B del CNPQ. Con esto, se consolidó la estructura de poder en la ciencia brasileña, incluso en el segmento que corresponde al desarrollo de la nanotecnología en Brasil.

RED INDEPENDIENTE DE INVESTIGACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE (RENANOSOMA)¹⁶

Constituida por iniciativa del Dr. Paulo Roberto Martins la RENANOSOMA es constituida por profesionales de diferentes áreas del conocimiento interesados en analizar otros aspectos de la nanotecnología, además de los puramente tecnocientíficos, como sus dimensiones económicas, políticas, sociales, ambientales y éticas.

Esta Red tiene por objetivo hacer que la nanotecnología también sea un objeto de investigación de las ciencias humanas. La nanotecnología ha sido estudiada principal y prioritariamente por las ciencias exactas y biológicas. Se trata entonces de hacer que las ciencias humanas se incorporen a esta producción de conocimientos para que podamos tener una visión completa sobre la nanotecnología. En nuestro caso, estamos interesados en estudiar cuáles son los efectos, los impactos de la introducción de esta tecnología en la sociedad y en el medio ambiente. Creemos que la nanotecnología tendrá un impacto muy importante. Por lo tanto, es preciso que sepamos de manera anticipada cuáles serán los problemas que se deparan, derivados de la adopción de la nanotecnología.¹⁷

Las cuestiones que hacen parte del propósito de la Renanosoma vienen, poco a poco, despertando la atención: en 2004, la Red contaba con 10 investigadores de 10 instituciones y, en 2010, ya contaba con 35 miembros de 25 instituciones. La Red se creó durante el I Seminario Internacional Nanotecnología, Sociedad y Medio Ambiente (Seminanosoma), realizado los días 18 y 19 de octubre de 2004, en la Casa de la

¹⁶ El sentido de la expresión red independiente es registrar el hecho de que esta red no contó con recursos financieros del sistema nacional de ciencia y tecnología.

¹⁷ Martins, Paulo Roberto. "Nanotecnología, sociedad y medio ambiente". Bate-papo Programado/ IPT, 22/02/2006: <www.ciencia.sp.gov.br/atividades/servicos/chat>.

Cultura Japonesa de la Universidad de Sao Paulo (USP). La conclusión del I Seminanosoma, en las palabras de Dalcomuni, directora del Centro de Ciencias Jurídicas y Económicas de la Universidad Federal de Espíritu Santo (UFES), fue la siguiente:

Orientamos nuestros argumentos [...] en torno a la pregunta: 'En cuanto sociedades brasileña y mundial, ¿estamos preparados para la emergencia, en curso, de un nuevo paradigma pautado en el desarrollo integrado en las áreas de nanotecnología, biotecnología y tecnologías de la información?' Las ricas discusiones de aquel encuentro explicitaron que la respuesta a la inquietante cuestión es que ni la sociedad mundial y aún menos la sociedad brasileña están preparadas para una participación activa y para el direccionamiento de dichos desarrollos tecnológicos.¹⁸

Según la economista, las investigaciones en nanotecnología en Brasil están aisladas y concentradas en las áreas de física, química y biología. De tal forma implicaciones económicas, sociales, legales y éticas, aunque significativas, son desconocidas. Como solución, la investigadora apunta al desarrollo de la nanotecnología de forma multidisciplinaria y con el compromiso del público en los debates sobre oportunidades y riesgos.

Desde 2004, anualmente la Renanosoma viene realizando el Seminanosoma. Ya han sido realizados seis de ellos. El VII Seminanosoma será en la ciudad de Río de Janeiro, del 10 al 12 de noviembre de 2010, en la Fundación Oswaldo Cruz, importante institución de enseñanza e investigación en el área de salud.

Las líneas de investigación de la Renanosoma son las siguientes: impactos de la nanotecnología en la sociedad; economía y medio ambiente; ética y nanotecnología; nanotecnología, sociedad y agricultura, y, comunicación y nanotecnología.

Es importante resaltar que la Renanosoma participó en el edicto CNPQ 29/05 y no tiene aprobado su proyecto. Aunque las razones de dicha decisión presentadas por el CNPQ fueran frágiles y hayan sido plenamente contestadas,¹⁹ no hubo reconsideración por parte de la CNPQ. Este hecho marca el proceso de exclusión de los temas tratados por la Renanosoma. Lo cual significa que edictos públicos que fueron presentados sobre nanotecnología no contemplan la producción de conocimientos en el campo de los impactos sociales, económicos, ambientales y éticos producidos por el desarrollo de la nanotecnología en Brasil. Tampoco los recursos o edictos para la producción de conocimientos sobre nanotoxicología y econanotoxicología.

La exclusión de financiamiento procedente del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en las actividades de la Renanosoma no se da sólo en el campo de producción de conocimientos. Se da también en el campo de la producción de encuentros/seminarios. De 2005 a 2009 la Renanosoma no recibió ningún tipo de apoyo financiero o no financiero para la realización del Seminanosoma que se lleva a cabo anualmente. Estos seminarios han sido realizados gracias a la colaboración del Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA), órgano del gobierno federal brasileño.

¹⁸ Dalcomuni, Sonia María. "Interrelaciones fundamentales para el desarrollo sustentable". En: Martins, Paulo Roberto. *Nanotecnología, sociedad y medio ambiente*. Trabajos presentados en el Segundo Seminario Internacional (II Seminanosoma). Sao Paulo: Xamã; 2006: 49-68.

¹⁹ Estos hechos están narrados a detalle en Martins, Paulo R. (coord.) *Revolución invisible. Desarrollo reciente de la nanotecnología en Brasil*. Sao Paulo: Xamã Editora, 2007: 34-37.

La Renanosoma y el involucramiento público en nanotecnología en Brasil

El Edicto MCT/CNPq n° 12/2006 —Selección Pública de Proyectos para Apoyo de Proyectos de Difusión y Popularización de Ciencia y Tecnología— tiene como objetivo:

apoyar actividades que propicien la difusión y popularización de la ciencia y la tecnología en conjunto con la sociedad brasileña, la instalación y el fortalecimiento institucional de museos y centros de ciencias y otras iniciativas que tengan como objetivo promover la divulgación científica y la mejora en la calidad de la enseñanza informal de las ciencias.

Uno de los proyectos aprobados en ese edicto fue el Involucramiento Público en Nanotecnología, coordinado por Paulo Roberto Martins, del Instituto de Investigaciones Tecnológicas del Estado de Sao Paulo (IPT), cuya propuesta consiste en informar y discutir nanotecnología con el público no especialista. Los resultados alcanzados por este proyecto pueden ser divididos en tres categorías: divulgación científica vía internet; producción audiovisual, y, actividades presenciales.

Divulgación científica vía internet

En la década de los años noventa, Internet dejó de ser una provincia 'habitada' por un pequeño grupo de fanáticos de computadora para transformarse en un recurso de consumo masivo de 10 millones de americanos. Además de esto, Internet evolucionó de un simple canal de texto, a distribuir servicios digitalizados de impresos, voz y video. En el proceso, ha representado un desafío a la forma en cómo todo el sector de medios de comunicación produce y comercializa sus productos (...). La pregunta decisiva es cómo todas esas posibilidades pueden beneficiarnos en una democracia post-industrial.²⁰

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina (Cepal), es creciente el número de brasileños que usan internet: en 2001, 4 millones de domicilios brasileños (8.5%) tenían conexión y, en 2007, ese número subía a 11.4 millones (20.1%). Además de esto, en enero de 2009, los brasileños eran un pueblo que pasaba más tiempo navegando en internet, con el promedio mensual de 24 horas y 49 minutos (Veja.com, 2009). Sin embargo, entre los países de América Latina y del Caribe, Brasil también lidera la desigualdad en el acceso a internet: entre los más ricos, el uso es de 52%, mientras, entre los más pobres, es del 1.7% (Agencia Brasil, 2009). A pesar de esta limitación, no se puede ignorar el potencial de internet para la divulgación científica y, en este sentido, las estrategias del proyecto Involucramiento Público aquí vertidas representan contribuciones experimentales para la diseminación de una visión crítica acerca de la nanotecnología. La divulgación científica vía internet en el proyecto Involucramiento Público incluye el sitio de Renanosoma <www.nanotecnologia.iv.fapesp.br>, chats y el programa Nanotecnología al Revés (Nanotecnologia do Avesso).

El sitio de Renanosoma es hospedado en la Incubadora Fapesp, que, en mayo de 2009, reunía 420 sitios académicos. Entre todos los sitios hospedados por la Incubadora Fapesp, el de Renanosoma era el de la posición 71, el que más acceso había tenido en septiembre de 2007 y subió a la posición 36 del ranking en mayo de 2009. Por

²⁰ Dizard, Vilson. *A nova mídia: a comunicação de massa na era da informação*. Río de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2000: 14-15.

medio del software Google Analytics, fue posible verificar que el número de visitas del sitio de Renanosoma aumentó de 793 en octubre de 2007 a 2,504 en octubre de 2008. De octubre de 2007 a abril de 2009, hubo un total de 29,604 visitantes únicos, la gran mayoría de ellos de Brasil (27,307), pero también de otros 66 países, especialmente Portugal (1,195), Estados Unidos (251) y Francia (101). Sólo en el año 2009 hubo 18,675 visitantes únicos.

Además del sitio de Renanosoma, otra forma de utilizar internet para divulgar la nanotecnología fue la realización de salas de conferencia virtuales (chats). El proyecto Involucramiento Público produjo 164 chats de abril de 2007 a noviembre de 2008. En cada sala de conferencia, un entrevistado —investigador u otra persona cuyo trabajo estuviera relacionado a la nanotecnología— conversaba con los internautas sobre la nano de manera general o sobre un aspecto específico referente al tema, como nanotecnología y alimentos; nanotecnología y trabajadores; nanotecnología y ciencias humanas; nanotecnología y cosméticos; nanotecnología y tuberculosis; nanotecnología en los medios, etc. El día, el horario, el perfil del entrevistado y las instrucciones para entrar al chat eran divulgados por medio de boca-a-boca, envío de e-mails o publicación de noticias. El promedio de participantes en las salas de conferencia a lo largo del periodo fue de 8.3 (aunque hubiera visitantes más asiduos, los participantes de los chats no eran siempre los mismos internautas, éstos variaban). El récord de participación ocurrió el 17 de octubre de 2007, con el invitado Nilton Morimoto, del Departamento de Ingeniería de Sistemas Electrónicos de la Universidad de Sao Paulo (USP), cuando participaron 24 personas. Ese récord fue obtenido, especialmente, debido a la divulgación del chat en el boletín de la Agencia Fapesp, el día anterior.

En marzo de 2008, se realizó una encuesta, en la que participaron cerca de 30 internautas, con el objetivo de evaluar la estrategia de divulgación de la nanotecnología por medio de chats. La mayoría encontraba los chats efectivos, pero preferían otros medios, como reportajes o videos.

El proyecto Involucramiento Público, entonces, buscó nuevos medios para divulgar la nano, especialmente la producción de Nanotecnología al Revés, un programa de TV por internet, distribuido por allTV <www.alltv.com.br>, emisora que exhibe otros 76 programas vía web. La Nanotecnología al Revés, que se transmite los lunes, de las 16:00 a las 17:00 hrs en vivo, está entre los de mayor audiencia en allTV. En promedio, cada programa es seguido por 1,800 internautas. Éste comenzó a ser producido el 12 de enero de 2009, resultando que al final de dicho año fueron producidos 48 programas con un auditorio de 60,000 internautas conectados.

En cada programa, un investigador es entrevistado para hablar sobre su trabajo. Los internautas pueden enviar sus preguntas al estudio, en tiempo real. Después de la exhibición, los videos quedan disponibles para su descarga en el URL: <<http://nanotecnologia.incubadora.fapesp.br/portal/programas-de-tv-online>>.

Producción audiovisual

Fueron producidos cuatro DVDs, dos de los cuales con recursos del edicto, titulados “Nanotecnología y los trabajadores” y “Para entender las nanotecnologías” dirigidos, respectivamente, a los trabajadores en general y a los estudiantes de educación media. Básicamente, los DVDs tienen informaciones, testimonios, explicaciones y opiniones de investigadores y de otras personas relacionadas con el tema. Éstos están

disponibles para descarga gratuita en el sitio de Renanosoma <www.nanotecnologia.iv.fapesp.br> invitando a que sean examinados y copiados, alcanzando así el mayor público posible. Centenas de copias ya han sido distribuidas en actividades presenciales del proyecto Involucramiento Público. La Red tiene, aún, dos títulos más en DVD: “Nanotecnología: el futuro es ahora” y “Reflexiones sobre nanotecnología”, gracias a la colaboración del *videomaker* Alexandre Quaresma.

Actividades presenciales

Éstas fueron realizadas en 74 ocasiones en el país y en el exterior; muchas, desarrolladas con la importante sociedad Fundación Jorge Duprat Figueiredo (Fundacentro), órgano de investigación del Ministerio de Trabajo y Empleo. Las capitales donde hubo actividades presenciales fueron Porto Alegre, Florianópolis, Curitiba, Sao Paulo, Río de Janeiro, Belo Horizonte, Vitória, Salvador, Recife, Joao Pessoa, Natal, Fortaleza, Belém, Brasilia, Cuiabá y Campo Grande. También hubo actividades en ciudades como Sao Leopoldo, Itajaí, Blumenau, Cascavel, Marília, Campinas y Volta Redonda.

Las actividades presenciales del proyecto Involucramiento Público pueden ser comprendidas como momentos de encuentro con el público no especialista para presentar y discutir sobre la nanotecnología o aprovechar dichas ocasiones para, entre investigadores de las ciencias exactas y biomédicas, ubicar la nanotecnología en la perspectiva de las ciencias humanas. Entre las actividades realizadas, se destacan tres ciclos de formación en nanotecnología para profesores de enseñanza media del estado de Sao Paulo, desarrollados en colaboración con el Sindicato de Profesores de Educación Oficial del Estado de Sao Paulo (Apeoesp). El cuarto ciclo de formación será realizado en el periodo que va de abril a junio de 2010.

El primer ciclo de formación tuvo lugar los días 7, 14, 21 y 28 de junio de 2008, en donde cerca de 100 profesores pudieron informarse y debatir sobre la nanotecnología en el ámbito de grandes áreas temáticas como educación, medio ambiente, química, ética, física, sociología y mundo de trabajo, con la participación de seis conferencistas de la USP, uno del IIEP (Intercambio, Informaciones, Estudios e Investigaciones) y el coordinador de la Renanosoma. Ésta fue, sin duda, una de las principales actividades del proyecto Involucramiento Público: por primera vez en el país se realizó un ciclo de formación en nanotecnología para profesores de educación media de la red pública, posibilitando que la información científica sobre la nanotecnología llegase a ellos y, por medio de éstos, a los alumnos.

El segundo ciclo de formación ocurrió en noviembre de 2008 y se realizó bajo el esquema del primero, incluyendo temas como salud y seguridad del trabajador, procesos productivos, mercado de trabajo y formación profesional, agricultura y geografía, con la participación de profesionales del estado de Sao Paulo (IEA/SAA), además de la USP, del IIEP y del coordinador de la Renanosoma. Más de 45 profesores, incluyendo algunos de varias ciudades al interior del estado, tomaron conocimiento del tema de nanotecnología por primera vez, convirtiéndose en divulgadores de información en sus escuelas.

El tercer ciclo, en marzo de 2009, tuvo 63 profesores inscritos. Las actividades de formación se realizaron los sábados, en periodo integral, lo cual revela un gran interés de los profesores quienes recibieron información sobre nanotecnología y debatieron con los conferencistas. La expectativa, por lo tanto, es que el tema de na-

notecnología sea insertado en las aulas de los profesores de diferentes disciplinas. Algunos demostraron la intención de elaborar con sus alumnos proyectos de investigación sobre nanotecnología. Entre la diversidad del tercer ciclo, se puede citar la inclusión de una profesora de la Escuela Técnica Martin Luther King. Ella se inscribió para participar en el primer ciclo de formación, cuando al conocerlo, se hizo colaboradora del proyecto Involucramiento Público. En el tercer ciclo, se le pidió realizar una presentación sobre física y nanotecnología. Asimismo, invitó a Renanosoma a dar una conferencia en su escuela y contribuyó con el DVD "Para entender las nanotecnologías".

CONCLUSIONES

DESARROLLO DE LA NANOTECNOLOGÍA EN BRASIL:

VISIÓN HEGEMÓNICA Y ALTERNATIVA

Aunque los recursos sean públicos, diversos edictos indican que las redes de investigación deberían de articular a los diferentes actores y agentes públicos y privados relevantes para el desarrollo del área de nanociencias y nanotecnologías en Brasil:

Esas redes deberán articular los diferentes actores y agentes públicos y privados capaces de contribuir a la identificación, calificación y solución de problemas relevantes al desarrollo del área de nanociencias y nanotecnologías en Brasil. Por lo tanto, esta llamada pone a disposición de manera integrada el conjunto de instrumentos operados por el CNPq. Deberán tener prioridad de atención las propuestas que presenten soluciones innovadoras desde el punto de vista de los acuerdos institucionales propuestos para, entre otros objetivos, iniciar un proceso de consolidación de los grupos ya actuantes en el tema, estimulándolos a ejercer un papel de relevancia en la formación y capacitación de recursos humanos especializados en todos los niveles y en apoyo a grupos emergentes o en formación.²¹

Lo mismo ocurre con los Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología, los cuales, a partir de 2009, son los proyectos más importantes de ciencia brasileña. También aquí registramos esta concepción.

Transferencia de conocimiento para el sector empresarial o para el gobierno: para aquellos giros aplicados a la ciencia, tecnología e innovación debe haber mecanismos para la interacción y sinergia con el sector empresarial, preparación de investigadores y técnicos que puedan actuar en las empresas, e iniciativas que faciliten el desarrollo en conjunto de conocimientos, productos y procesos. Debe hacerse énfasis en todo el ciclo del conocimiento: del desarrollo de ideas a productos comerciales. Siempre que sea pertinente a su temática, debe presentar en su propuesta organizacional acciones más allá de la academia con énfasis en PyD y transferencia de tecnología, así como procurar interactuar con el Sistema Brasileño de Tecnología (Sibratec). Alternativamente, el Instituto podrá presentar una propuesta que contribuya a la formulación de políticas públicas de interés del estado o del gobierno.²²

²¹ Brasil, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Programa Institutos Nacionales de C&T. Capturado el 12/12/09 en el <URL:http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25736.pdf>.

²² Edicto N° 15/2008 - MCT/CNPq/FNDCT/CAPES/FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP - Institutos Nacionales de Ciencia y Tecnología (capturado el 12/12/09 en el URL <<http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/015.htm>>.

En lo referente a beneficios a la sociedad obtenidos de estos institutos nacionales de ciencia y tecnología el único punto que hace referencia a la transferencia de conocimientos es entendido de la siguiente forma:

Transferencia de conocimiento a la sociedad, utilizando otros instrumentos además de publicaciones científicas. El centro debe tener un programa ambicioso de educación en ciencia y difusión de conocimiento, conducido por sus investigadores y por los becarios a él vinculados, focalizado en el fortalecimiento de enseñanza media o en la educación científica de la población en general.²³

Éste es un punto importantísimo a ser resaltado, pues explicita una concepción dominante en todo el proceso de desarrollo de nanociencia y nanotecnología en Brasil hasta finales de 2009, cuando se da la redacción final del presente trabajo. La concepción hegemónica encontrada en todas las acciones relativas al desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en Brasil a partir del Edicto CNPq Nano n° 01/2001 es la de que quien es capaz de contribuir para la identificación, calificación y solución de los problemas relevantes a este desarrollo son aquellos que están en la academia haciendo nanociencia y nanotecnología, aquellos que están haciendo políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en el ámbito del Estado brasileño y el sector empresarial (el socio que siempre se busca), sea en términos de asociaciones representativas de segmentos del sector o específicamente representantes de empresas.

Aunque los recursos públicos aplicados en el desarrollo de la nanociencia y nanotecnología provengan de impuestos pagados por la sociedad, los actores y agentes que contribuyen y deciden los rumbos del desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología en Brasil no abarcan los actores y agentes sociales tales como entidades de defensa del interés de difusión a la sociedad (medio ambiente, salud, consumo), entidades representativas de los trabajadores (como centrales sindicales, sindicatos y sus órganos de asesoría), entidades de defensa de los derechos humanos, entidades relacionadas al derecho a la salud, entidades de defensa de la participación popular, entidades religiosas, entre muchas otras.

El desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología en Brasil, por lo tanto, nació y permaneció hasta nuestros días sobre la égida de que no debe haber control social sobre él. Quienes deben decidir son los “especialistas en el asunto”, el Estado —especialmente el MCT— y segmentos empresariales que consiguen acceso a concejos o decisiones ministeriales.²⁴ Ésta es la concepción de desarrollo de nanociencia y nanotecnología en Brasil que se inicia con el Edicto CNPq Nano n° 01/2001 y persiste en los demás edictos dirigidos al área hasta finales de 2009.

Siete ideas están siempre presentes en los diversos edictos que compusieron este proceso de desarrollo de nanociencia y nanotecnología, en términos de objetivos a ser alcanzados. Son los siguientes:

1) Incrementar el desarrollo científico y tecnológico.

²³ *Loc. cit.*

²⁴ En lo que se refiere al ritmo, acciones y recursos para nanociencia y nanotecnología, hay un intenso descompás entre el MCT y los demás ministerios; esto implica que la política del gobierno federal para nanociencia y nanotecnología sea la del MCT, “esté exactamente después del advenimiento de la política industrial y comercio exterior, instrumento que define las acciones gubernamentales en el campo de la industrialización y del comercio exterior.

- 2) Incrementar la competitividad internacional de la ciencia, tecnología e innovación brasileña.
- 3) Desarrollo regional equitativo.
- 4) Integrar la investigación realizada por el sector público (universidades, centros de investigaciones), privado y empresas.
- 5) Creación de empleos calificados.
- 6) Incrementar el nivel tecnológico de las empresas brasileñas.
- 7) Incrementar el desarrollo económico brasileño.

La síntesis de estos objetivos puede ser representada así: las nuevas tecnologías conllevan innovaciones, éstas necesariamente implican un aumento de la competitividad de empresas, industrias, países; lo cual, a su vez, asegura el crecimiento económico, que redundará en más bienestar social. Por lo tanto, la visión hegemónica atribuye una causalidad lineal entre las variables, configurando el llamado modelo lineal de innovación:

Nuevas tecnologías=> innovación=> más competitividad=> más crecimiento=>
más calidad de vida.

Siendo así, una política de CyT o de nanociencia y nanotecnología acaba por ser entendida como una política social. Ésta es la segunda concepción que permea toda la visión del desarrollo en nanociencia y nanotecnología en Brasil presente en diversos edictos.

Finalmente, cabe resaltar una tercera percepción incrustada en estos edictos, referente a la inexorabilidad como un hecho del desarrollo de la nanotecnología, y es que Brasil no puede “perder el tren de la historia”. No hay cuestionamientos a esta trayectoria tecnológica admitida *a priori* como la más eficiente, enfrentada como *one best way* (el mejor camino).

En resumen, el desarrollo reciente de la nanociencia y la nanotecnología en Brasil se caracteriza por concebirse en los siguientes términos:

- Exclusión de participación y control social.
- Nuevas tecnologías, innovación, competitividad, crecimiento económico llevan necesariamente a un mayor bienestar social.
- No se puede “perder el tren de la historia” de la nanotecnología o cuestionar esta trayectoria tecnológica.

La Renanosoma ha sido la voz alternativa a esta visión hegemónica arriba explicada. Por esto ha sido excluida de los financiamientos públicos del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología destinados a investigación y realización de eventos. Esto se da porque la Renanosoma tiene contemplado que el tamaño de la nano partícula importa, dado que:

Las nano partículas son afectadas por efectos cuánticos. Estos efectos cambian el comportamiento óptico, eléctrico, magnético, y de resistencia. Las nano partículas pueden ser más reactivas. Algunos materiales dejan de ser inertes en nano escala.

La Renanosoma ha apuntado la necesidad de producir conocimientos en el campo de la toxicología de los nanomateriales para responder las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles materiales son tóxicos en función de su composición y tamaño?
- ¿Cuál es la toxicidad de estos materiales?
- ¿Pueden ser agrupados materiales semejantes relacionados a su bioactividad?
- ¿Cuál es la dosis respuesta de estos materiales?
- ¿Cuáles son los métodos apropiados para ensayos?
- ¿Cuál es el mecanismo?
- ¿Qué efecto podría ocurrir en una población humana expuesta a las nano partículas?
- ¿A través de qué medios estos materiales penetran en el ambiente?
- ¿Cuáles son los modos de dispersión de estos materiales en el ambiente?

¿Estos materiales son transformados en el ambiente?

La Renanosoma da especial atención al universo de producción de las nanopartículas. Por esto, las siguientes cuestiones deben ser respondidas mediante la producción de investigaciones:

- ¿Cuánto y en qué grado los humanos están sujetos a este tipo de exposición en el ambiente?
- ¿Hay subpoblaciones más sensibles?

Así, esta red brasileña de investigaciones en nanotecnología, sociedad y medio ambiente viene indicando que los problemas están relacionados con:

- Naturaleza de las nanopartículas.
- Características de los productos producidos.
- Procesos de fabricación involucrados.
- Cuáles materiales son utilizados.
- Qué rechazo se produce.
- ¿Son utilizados productos tóxicos en la producción de productos nano?
- ¿Qué acontece cuando las partículas o los productos llegan al aire, suelo, agua o a la biota?

Pero lo que más diferencia la visión hegemónica relativa al desarrollo de la nanotecnología en Brasil de la concepción sobre este proceso expresado por la Renanosoma está en el análisis realizado en el campo de la política, cuando es propuesta la necesaria confrontación social con esta nueva tecnología. Por lo tanto:

- Debemos aprender del pasado, como ha sido el caso de los alimentos transgénicos.
- Romper con el ciclo en términos de: propaganda, secreto, falta de transparencia, miedo, conflicto.
- Tener en consideración desde un inicio las preocupaciones sociales, ambientales y éticas.
- Lograr la participación del público en el proceso de producción y adopción de esta tecnología.

Resalta la Renanosoma que la nanopartícula está relacionada con la macropolítica. Es preciso:

- Saber cómo conducir el debate público sobre la nanotecnología.
- Extraer las lecciones del evento “transgénicos”.
- Explicitar cómo aumentar la “inteligencia social” sobre nanotecnología y cómo esto enriquece la toma de decisiones que lleven visiones y valores públicos.
- El debate debe permitir al público formar y reconsiderar posiciones sobre la nanotecnología. Son conocidos varios métodos que llevan a este objetivo.
- El debate debe informar la prioridad de la investigación.
- Revisión permanente en función del desarrollo de la nanotecnología, la cual debe tener en cuenta el debate público precedente.

Concluyendo, el punto de mayor discordancia entre las dos concepciones acerca del desarrollo de la nanotecnología en Brasil aquí presentadas se encuentra primero en la elaboración de las preguntas abajo formuladas y, más adelante, en las respuestas a las mismas:

- ¿Para qué sirve esta nanotecnología?
- ¿Quién será su propietario o se aprovechará de ella?
- ¿Quién se hará responsable si las cosas no resultan bien?
- ¿En quién podemos confiar?
- ¿Quiénes serán incluidos y quiénes excluidos?

Esta discusión en el campo de la política no es aceptada por la visión hegemónica que con esto quiere tornar “natural” el proceso que ha ido ocurriendo en el desarrollo de la nanotecnología en Brasil.

La Renanosoma, por el contrario, propone que este debate político sea realizado, por lo cual viene realizando el proyecto Involucramiento Público descrito en este artículo, donde su objetivo es contribuir a la democratización de la nanotecnología, esto significa no sólo que más personas tengan acceso al tema, sino también que logren una comprensión global del asunto, de los posibles beneficios y los riesgos, de los avances en la química, física, ingeniería y medicina, y de los potenciales prejuicios al medio ambiente, a la salud y a la seguridad de los trabajadores, del movimiento económico las implicaciones éticas y sociales.