

# ENTRE LA COMPETENCIA Y LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA: LA NANOTECNOLOGÍA EN EL CONTINENTE AMERICANO

Gian Carlo Delgado Ramos

[www.giandelgado.blogspot.com](http://www.giandelgado.blogspot.com)

Universidad Nacional Autónoma de México

**Resumen.-** La nanotecnología, que manipula la materia a la escala de una mil millonésima de metro, se perfila como una de las principales propuestas del avance científicotecnológico del siglo XXI. Con todo y sus altos grados de incertidumbre, el avance de la nanotecnología ha sido notorio y, dadas sus potencialidades, la competencia intercapitalista es cada vez más intensa. Es un contexto en el que se considera pertinente una aproximación al asunto desde la sociología política y la geoeconomía, dado que posibilita dar cuenta de las dinámicas e intereses en juego; de los tejidos y relaciones de poder; de las tensiones de competencia intercapitalista realmente existentes y sus contradicciones, entre otros. La indagación del caso puntual de la nanotecnología en el hemisferio occidental nos permitirá mostrar y evaluar algunos de los rasgos más característicos de cómo es impulsada la alta tecnología en las metrópolis (en este caso en los Estados Unidos) y cómo es adoptada tal agenda investigativa en la periferia (en Latinoamérica).

**Palabras clave.-** *Nanotecnología, nanociencia, investigación y desarrollo, competitividad, América Latina.*

---

## BETWEEN TECHNOLOGICAL COMPETENCE AND DEPENDENCY: NANOTECHNOLOGY IN THE AMERICAN CONTINENT

**Summary.-** The manipulation of matter at a billionth part of a meter, name it nanotechnology, is already one of the main technological development proposals of the XXI century. Still its notorious degree of uncertainty, nanotechnology development is escalating. And, because of its potentialities, the intercapitalist competence in such a niche is even more intense. The paper deals with this process from a socio-political and geoeconomical approach in order to acknowledge the dynamics and interests in stake; the power relations and networks; the real intercapitalist competence tensions and contradictions; etcetera. The evaluation focuses on the Occidental hemisphere nanotechnology agenda as an exercise that allows to illustrate, and assess, the main characteristics of high-technology development schemes within metropolitan economies (United States) in comparison with the case of the periphery ones (Latin America).

**Keywords.-** *Nanotechnology, nanoscience, research and development, competitiveness, Latin America.*

---

La nanotecnología refiere a la manipulación de la materia a escala nanométrica, es decir a la mil millonésima de metro. Se trata de una tecnología que más allá de caracterizarse por operar a esas dimensiones (en la que también trabajan otras disciplinas como la química), particularmente alude al diseño, caracterización y producción de nanoestructuras, nanodispositivos y nanosistemas novedosos a partir de 'controlar' la forma, el tamaño y las propiedades de la materia a dicha escala con el objeto de su uso en diversas aplicaciones civiles y/o militares.

Las aplicaciones nanotecnológicas pueden, por tanto, ser tan distintas y con grados de complejidad tan amplios que los especialistas prefieren hablar de "nanotecnologías" para apreciar con mayor precisión tal diversidad de usos. Por ejemplo, los materiales nanoestructurados ya son utilizados en productos como bolas de tenis, golf o boliche; en la fabricación de neumáticos de alto rendimiento o de telas con propiedades antimanchas / antiarrugas; en cosméticos, fármacos y nuevos tratamientos terapéuticos; en filtros/membranas de agua nanoestructurados y 'remedios' medioambientales; en la mejora de procesos productivos mediante la introducción de materiales más resistentes o eficientes (tanto industriales como agroindustriales); o en el diseño de nuevos materiales para usos que van desde la electrónica, la aeronáutica y prácticamente toda la industria del transporte, hasta para su uso en armas más sofisticadas, ligeras y eficaces.

Estas aplicaciones, entre otras, han generado ya una doble atención. Por un lado, se observan amplios beneficios que posibilitarían la potencial reestructuración, en principio, de todo el entorno material que nos rodea. Y, por el otro, se identifican las posibles implicaciones que esa

transformación generaría en el medio ambiente y, de ahí, en la salud, puesto que estarían presentes novedosas nanoestructuras diseñadas por el ser humano y cuyas características, en su gran mayoría, son todavía desconocidas.

Entre los riesgos e implicaciones que ya se indican, inclusive de fuerte tinte éticomoral, están: 1) que la promesa de reducir el consumo de energía y materiales por medio de aplicaciones nanotecnológicas no necesariamente se realizará si se toma en cuenta toda la 'mochila ecológica' que cuesta la producción, uso y desecho de tales o cuales avances (Delgado A, 2007); 2) que las nanoestructuras pueden y seguramente alterarán el organismo humano y el de otras formas de vida con consecuencias impredecibles., por ejemplo, daños a los tejidos, a la información genética de las células, etc. (Delgado, 2006); 3) que los potenciales beneficios no necesariamente llegarán a la gran mayoría de la población que carece de medios económicos; 4) que las aplicaciones policiaomilitares potencialmente afectarán los derechos humanos al transformar la naturaleza de la guerra, las operaciones clandestinas, así como también los operativos de contrainsurgencia (Delgado B, 2007); o 5) que el actual avance de la nanotecnología, a la par de la biotecnología, la electroinformática y las ciencias cognitivas (las llamadas "tecnologías convergentes") podrían resultar en el mediano-largo plazo en la transformación de la "naturaleza" humana al alterar el cuerpo y la mente, supuestamente hacia algo "mejor" (lo que sea que ello sea), entre otros puntos.

De cualquier modo, las expectativas se mantienen álgidas, factor que se refleja en un gasto público y privado exponencial y en un sostenido impulso y avance de la investigación y desarrollo (IyD) de las nanotecnologías.

Datos de 2004 -los más detallados y confiables- precisan que el gasto total mundial ascendió a 8.6 millardos de dólares, de los cuales 4.6 millardos provinieron del sector público. El gobierno de los Estados Unidos de América, EUA, contribuyó con 1.6 millardos (1.15 millardos a nivel federal y el resto a nivel estatal); el de Japón con alrededor de un millardo; y la Unión Europea, UE, con poco más de un millardo de dólares (350 millones a nivel europeo, y a nivel nacional: 271 millones de Alemania, 187 millones de Francia, 162 millones del Reino Unido y el resto de otros países miembros) (Nordan, 2005).

Para 2006 el gasto gubernamental de EUA se estima en 1.78 millardos, de los cuales 1.3 millardos se canalizaron desde el gobierno federal y, el resto, por medio de iniciativas estatales en nanotecnología. Le siguió Japón con 975 millones y Alemania con 563 millones de dólares. En lo que respecta al gasto privado, sólo EUA se adjudicó 1.93 millardos. En gasto programado, se notifica que EUA mantendrá para 2007 un monto similar al de 2006, mientras que la UE ha definido, sólo a nivel europeo, 3.5 millardos de euros para el periodo 2007-2013 (mediante su Marco Programático o FP7), y al que hay que sumar el gasto nacional que ronda usualmente en un 70% adicional (Delgado C, 2007).

Si bien los actores públicos y privados involucrados en el estímulo, desarrollo y comercialización de la nanotecnología son crecientes, de características y dimensiones diversas, e involucrados y/o interesados en aplicaciones civiles, militares y/o duales, es de subrayarse que sólo desde una aproximación propia de la sociología política y la geoeconomía de la nanotecnología resulta posible dar cuenta de las dinámicas e intereses en juego, de los tejidos y relaciones de poder, de las tensiones de competencia intercapitalista realmente existentes, etc. La indagación del caso del hemisferio occidental nos permitirá mostrar además algunos de los rasgos más característicos de cómo es impulsada la alta tecnología en las metrópolis (en este caso en EUA) y cómo es adoptada tal agenda investigativa en la periferia (en México, Brasil y Argentina). Esto es, entre otras cuestiones, la identificación de las principales fortalezas y debilidades de las fuerzas productivas científicotecnológicas de punta, tanto metropolitanas y periféricas, y particularmente en lo que se refiere a la nanotecnología.

Para diferenciar tales fuerzas productivas, las primeras -o metropolitanas- las he calificado en otra ocasión como "redes industriales"; las segundas o periféricas como "sistemas científicotecnológicos / industriales" (Delgado, 2002).

## La “red industrial” y los “sistemas científicotecnológicos”: una breve conceptualización

Tres son los actores centrales para descifrar el desarrollo de ciencia y tecnología, CyT, y de ahí industrial de cualquier región o país contemporáneo: el Estado nación, las unidades económicas privadas (v. gr. multinacionales) y el sistema científicotecnológico (v. gr. universidades y centros de Investigación y Desarrollo, IyD, públicos y privados).

En los Estados metropolitanos esos actores se han caracterizado por tener fuertes conexiones entre sí, es decir, una serie de vínculos, relaciones y sinergias a modo de una vasta y compleja red. En tal sentido, la *red industrial* es una estructura operativa típica de dichos países en y desde la cual se establecen y proyectan, en el tiempo y en el espacio, fuertes encadenamientos productivos endógenos, tanto civiles como militares, que resultan en al menos una considerable fortaleza en el mercado nacional y, desde ahí, en el internacional.

En contra de la filosofía de “libre mercado” que asocia la competitividad con la apertura indiscriminada, la minimización del papel del Estado y consecuentemente con la ausencia de ordenamientos o apuntalamientos estatales de corte económico, fiscal, contable o político, entre otros rubros, una característica central de la operatividad de las redes industriales es que, por el contrario, sus actores constitutivos son regulados, subsidiados, penalizados y hasta protegidos, nacional e internacionalmente, inclusive por medio del aparato de espionaje o la fuerza ‘diplomáticomilitar’, “de ser necesario”.<sup>1</sup> Tal es el caso por lo menos de aquellas industrias que se consideran *estratégicas*<sup>2</sup> -usualmente con fuertes encadenamientos productivos-, así como del aparato científicotecnológico que las “alimenta”.

Y, si bien es cierto que muchas corporaciones despliegan estrategias de mercadeo regional e internacional, es decir, que canalizan internacionalmente una importante porción de sus partes componentes o localizan fuera de su madre patria instalaciones productivas y de IyD, entre otras cuestiones, no obstante, éstas y su respectiva red industrial nacional han funcionado y funcionan desde la plataforma de lo nacional/regional para proyectarse en la lucha por la hegemonía económica en tales o cuales nichos.<sup>3</sup>

En contraste con lo anterior, en los casos en los que uno de los polos del “triángulo científicotecnológico” que componen la red industrial (el Estado, la empresa y las unidades de producción de conocimiento) es inexistente, débil, o si éste es reemplazado parcial o totalmente por actores extranjeros, de lo que se trata en cambio es de un “sistema

---

<sup>1</sup> Es bien conocido el caso del programa Echelon, que significa un escalón en términos militares, pero que desde hace ya varios años se enfoca más a gobiernos, organizaciones y negocios. Se trata de un sistema complejo de “inteligencia artificial” que intercepta señales de satélite, microondas, celulares, cable submarino y fibra óptica, en cualquier parte del mundo, y constituye la más densa red global de espionaje en la historia. Son constantes las acusaciones de la UE en contra de EUA a causa del uso de información confidencial, por medio de Echelon, para beneficiar a sus multinacionales por la vía del aseguramiento de contratos multimillonarios (v. gr. en 1990 se usó información para arrebatarle un contrato de construcción de satélites a NEC y transferirlo a AT&T; en 1994 se pasó un contrato para la francesa Thompson a favor de Raytheon de EUA, etc.). Véase: Delgado, 2002, p. 410.

<sup>2</sup> El Instituto Nacional de Estudios Estratégicos de la Universidad Nacional de la Defensa en Washington, D.C., precisa que la industria estratégica se caracteriza por: “...tener un impacto en un gran número de ramas industriales y generalmente tratarse de tecnología de punta. No sólo impacta en la productividad, también permite la generación de mejores productos, de servicios públicos y/o incrementa el poder militar [...] Pero, sólo es estratégica para tal o cual país cuando se asegura una fuerte posición en su desarrollo a nivel global” (Libicki, 1989, p.2).

<sup>3</sup> Según Hirst y Thompson, “...la orientación nacional (*home-oriented*) de las grandes empresas en todas las dimensiones de sus actividades analizadas parece abrumadora. Consecuentemente, las grandes empresas todavía centran sus actividades económicas en el país sede, a pesar de toda la especulación sobre la globalización...Los negocios internacionales todavía en gran medida están confinados a su territorio nacional en términos del total de su actividad; se mantienen fuertemente encajados en su medio nacional y continúan siendo corporaciones (nacionales) en lugar de ser *stateless corporations*. Esto significa que estas compañías no están fuera de la órbita de regulación estatal” (Hirst, Paul y Thompson, 2000).

científicotecnológico/industrial” de diversa envergadura que, en el mejor de los casos, puede tener una relativa presencia en el mercado mundial en nichos o aplicaciones puntuales.

Aun con tal presencia que usualmente ha sido posible al abrirse paso en momentos de “oportunidad histórica” (como las guerras mundiales, la Guerra Fría, etc.) desde el establecimiento de estructuras que refractan, modifican y condicionan los “determinantes” externos y permiten incidir sobre ellos, modulándolos en función de sus propios intereses nacionales (como Corea del Sur, Taiwán, China), se puede decir que en términos generales, los “sistemas científicotecnológicos” son típicos de los países periféricos. Como tales y con sus excepciones, éstos son usualmente deleznable en un grado u otro, y se caracterizan, en la mayoría de los casos, por estar desvinculados a las necesidades endógenas.

La balanza de pagos tecnológica negativa suele ser característica de los sistemas científicotecnológicos, es decir, subordinados prácticamente del todo en relación con las redes industriales metropolitanas. Asimismo lo son los índices raquíuticos de patentes a nombre de actores endógenos y el abrumador número de patentes otorgadas a extranjeros.

América Latina, AL, en general cumple con este patrón con excepción de Brasil que muestra cierta divergencia, aunque aún así no deja de estar supeditado a las redes industriales metropolitanas, sobre todo a la de EUA. Ejemplificando: México pasó de una balanza de -307 millones de dólares (mdd) en 1990 al sólo exportar 73 mdd en ese rubro o poco menos que la quinta parte de las importaciones (380 mdd); a una balanza en 2004 de -511 mdd y exportaciones de 43 mdd o menos de la décima parte de las importaciones (555 mdd). Esto significa que en 15 años la dependencia tecnológica cuando menos se duplicó. La situación es similar en el resto de AL, que abrazó al pie de la letra los lineamientos del Consenso de Washington. Esto en lo que respecta al gasto público en I+D como en lo que se refiere a la escasa innovación en CyT. La excepción, como se indicó, es Brasil con una BPT ligeramente positiva desde 2001, cuando se registraron 1,704 mdd en importaciones tecnológicas y 1,867 mdd en exportaciones de ese tipo. Aun así, su dependencia sigue siendo considerable, sobre todo en áreas claves de la economía.

Las cifras de patentes solicitadas y otorgadas para el caso de México son reveladoras. En 2004, México otorgó 6,677 patentes a “no residentes” y sólo 162 a “residentes” (OMPI, 2006). En lo que refiere a productos o procesos industriales entre 1997 y 2005, Brasil patentó 221, México anotó 104 y, AL en conjunto no superó el medio millar. En drástico contraste, en el mismo periodo, por ejemplo, Corea del Sur patentó 4,747 productos o procesos industriales.<sup>4</sup>

TABLA 1. Solicitud de patentes y patentes otorgadas en la OMPI. (Brasil, China y México, 2004)						
	Solicitud Residentes	Solicitud No Residentes	Patentes escritorio de origen*	Solicitud Patentes Internacionales	Otorgadas a Residentes	Otorgadas a No Residentes
Brasil	3,892	2,356	12,444	280	590	----
China	65,786	32,109	32,489	2,501	18,241	31,119
Corea del Sur	105,250	13,428	21,437	4,686	35,284	13,784
México**	565	2,010	10,623	141	162	6,677

\* Aquellas internacionales de “fase nacional”.  
 \*\* Las cifras para México de 2005 son más llamativas al registrar 131 patentes otorgadas a mexicanos de un total de 8.098 solicitadas.  
**Fuente:** OMPI (2006). *WIPO Patent Report. Statisticon World Wide Patent Activities.* Ginebra, Suiza.

<sup>4</sup> Página electrónica de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: [www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/](http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/)

Veamos, pues, a continuación, desde la sociología política y la geoeconomía de la nanotecnología cómo opera esta dinámica de redes industriales y sistemas científicotecnológico/industriales en el hemisferio.

### La nanotecnología en los Estados Unidos de América (EUA)

El impulso gubernamental de la nanotecnología en EUA tiene sus antecedentes en la administración Clinton, cuando en noviembre de 1993, por orden presidencial, se estableció el *National Sciences and Technology Council*, NSTC. Desde ahí se creó en 1998 y al mando de Mihail Roco, el *Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology*, IWGN, con el objetivo de diseñar una iniciativa nacional de I+D y que, más tarde, se transformó en una figura más formal: en un subcomité del NSTC en *Nanoscale Science, Engineering and Technology*, NSET.

El trasfondo de la denominada *National Nanotechnology Initiative*, NNI, aprobada en 2001, se sostuvo fundamentalmente en un estudio realizado entre 1996-1998 por el *World Technology Evaluation Center* a petición de la *National Science Foundation*, NSF, y otras agencias gubernamentales que ahora constituyen la estructura operativa central de tal iniciativa; aun cuando la coordinación entre las agencias gubernamentales participantes esté a cargo del mencionado NSET.<sup>5</sup> Según se informa, entre los expertos en la materia que realizaron el estudio estaban representantes de la gran industria nacional tales como Donald M. Cox (Exxon Research and Engineering Company); Herb Goronkin (Motorola); y John Mendel (Eastman Kodak) (Roco, Mihail y Siegel, 1999, p. 2). Se sumaba también en esta área Richard Siegel fundador y director de Nanophase Technologies (empresa estadounidense que actualmente figura en el Nasdaq y que tiene acuerdos importantes, por ejemplo, con BASF) (Roco, Mihail y Siegel, 1999, p. 151).<sup>6</sup>

El sesgo empresarial trascendió el informe y se profundizó en el proceso de formulación formal de la NNI. La Casa Blanca contó para su diseño -y aprobación-, además del entonces IWGN, con la *Office of Science and Technology Policy*, OSTP, y el *President's Council of Advisor on Science and Technology*, PCAST, un consejo que según se autodescribe, "...sigue la tradición de paneles de asesoría presidencial en CyT que data de los presidentes Eisenhower y Truman".<sup>7</sup> Recuérdese que Eisenhower se refería formalmente a la existencia operativa de un "complejo militar industrial" estadounidense.

Entre sus miembros, el consejo incluye al director de la OSTP y otros 23 más provenientes de la cúpula de poder empresarial y militar del país donde sobresalen multinacionales como Lockheed Martin, Honeywell, Bell South, Duke Energy, Intel, Dell o Glaxo SmithKline.<sup>8</sup>

En 1999 el PCAST le comunicaba al Presidente, William Clinton, su endoso a la propuesta del NSTC sobre una NNI, en los siguientes términos:

...la continuidad del liderazgo económico y la seguridad nacional de EUA en el siglo XXI, requerirá de un significativo y sostenido incremento en I+D de la nanotecnología en los próximos 10 a 20 años [...]. Ahora es tiempo de actuar.<sup>9</sup>

<sup>5</sup> Entonces habían participado también: la *Air Force Office of Scientific Research*, la *Office of Naval Research*, el *Department of Commerce* (incluyendo el *National Institute of Standards and Technology* y la *Technology Administration*), el *Department of Energy*, los *National Institutes of Health*, la *National Aeronautics and Space Administration*, la *Army Research Office*, el *Army Research Laboratory*, la *Defense Advanced Research Projects Agency*, y la *Ballistic Missile Defense Organization*.

<sup>6</sup> Recuperado de: [www.nanophase.com](http://www.nanophase.com)

<sup>7</sup> Presentación de la página del PCAST en: [www.ostp.gov/PCAST/pcast.html](http://www.ostp.gov/PCAST/pcast.html)

<sup>8</sup> Por ejemplo, está Duane Ackerman de Bellsouth Corporation, Paul Anderson de Duke Energy, Norman Augustine de Lockheed Martin Corporation, Robert Herbold de Microsoft, Gordon Moore de Intel, Kenneth Nwabueze de SageMetrics, Héctor de Jesús Ruiz de Advanced Micro Devices, Michael Dell de Dell Inc, Tadataka Yamada de GlaxoSmithKline, o Nance Dicciani de Honeywell; entre otros provenientes de universidades e institutos de investigación como el MIT o la Universidad de Purdue. Recuperado de: [www.ostp.gov/PCAST/membership2.html](http://www.ostp.gov/PCAST/membership2.html)

Y, en el documento adjunto a tal comunicado al Presidente en el que se informaba puntualmente acerca de la revisión de la iniciativa del NSTC, el PCAST agregaba enérgicamente:

...los Estados Unidos no pueden enfrentar estar en segundo lugar en este intento. El país que sea líder en el descubrimiento y la implementación de la nanotecnología tendrá una gran ventaja en el escenario económico y militar en las décadas próximas.<sup>10</sup>

En ese tenor y considerando la apretada agenda empresarial en el diseño y aprobación de la NNI, se puede alegar que uno de los ejes nodales que estaban en juego era la formalización de una apertura de financiamiento federal que estimulara, sobre todo, la investigación básica y aplicada de la nanotecnología a fin de que el sector privado se apropiara, en el mediano y largo plazo, de los beneficios económicos generados desde tal financiamiento y a través de esquemas de transferencia de tecnología.

Este es un panorama que se complejiza si consideramos que el concepto de “nanotecnología” ha sido y es ampliamente utilizado para camuflar la adjudicación de fondos “frescos” en investigaciones de otro tipo, pero que, sin embargo, son “reetiquetadas” con el prefijo ‘nano’. Ello ha contribuido, en parte, con la ola de exageración y promesas que viene caracterizando el proceso de estímulo al avance nanotecnológico. Se trata de un fenómeno incluso ya abiertamente reconocido, no sólo por algunos “nanotecnólogos”<sup>11</sup>, sino por funcionarios en pleno acomodo en los espacios que la nanotecnología abre en la estructura de poder gubernamental. Tal es el caso, entre otros, de Philip Bond Subsecretario de tecnología del Departamento de Comercio de EUA, ex directivo de la oficina de Hewlett-Packard en Washington y ex miembro del equipo de Dick Cheney en el Pentágono, quien en 2002 y una vez aprobada la NNI ponía las cosas en claro al pronunciarse así:

...la exageración y la esperanza terminan por encender la pasión social que conforman nuestra política. Consigue pasar presupuestos. Hace posible las cosas para todos ustedes (Roco y Bainbridge, 2002, p. 34).

Y, en efecto, con el lanzamiento de la NNI se establecieron diez agencias con financiamiento federal para I+D en nanotecnología y se colocaron otras cinco como agencias participantes. Las primeras son: los departamentos de Agricultura, de Comercio, de la Defensa, de Energía, de Salud y Servicios Humanos, de la Seguridad de la Madre Patria, y el de Justicia; la Agencia de Protección Ambiental, la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio, y la Fundación Nacional para la Ciencia. Las segundas: los departamentos de Estado, de Transporte del Tesoro; la Administración de Alimentos y Drogas, y las agencias de Inteligencia.

Como producto de la Iniciativa, EUA casi dobló su gasto federal en nanotecnología y, después del 11.09, mantuvo sostenidamente ese gasto al “resguardar” dicha partida bajo la idea de ser imprescindible para la seguridad nacional de ese país en el futuro próximo. El gasto federal en nanotecnología pasó, entonces, de 270 millones de dólares en el 2000 a 464 millones en 2001. A partir de 2005, y después de otros ámbitos políticos, ése ya superaba más del millardo de dólares.

El presupuesto en sí mismo y comparativamente con respecto al de otros campos científicotecnológicos no es tan elevado, no obstante, se torna importante cuando se le observa como aquél necesario para canalizar fondos “frescos” a fin de marcar la pauta de muchas

---

<sup>9</sup> PCAST, PCAST. *Letter to the President endorsing a National Nanotechnology Initiative*. EUA, 14 de diciembre de 1999. Disponible en: [www.ostp.gov/PCAST/pcastnano.html](http://www.ostp.gov/PCAST/pcastnano.html).

<sup>10</sup> PCAST, *Review of Proposed National Nanotechnology Initiative*. Panel on Nanotechnology. EUA, noviembre de 1999.

<sup>11</sup> En una nota de la revista *Nature*, el doctor Jöns Hilborn de la Universidad de Uppsala (Suecia) sostiene que para conseguir fondos de la Comisión Europea para uno de sus proyectos sobre el desarrollo de *scaffolds* miniaturizados, lo que hizo fue reetiquetarlos como proyecto de nanotecnología. Tal fenómeno lo describe de la siguiente manera: “...los científicos ya han aprendido a usar este truco de reetiquetamiento para ganar financiamiento de parte de los políticos” (...scientists have already learned to use this relabelling trick to win funding from politicians) (Brumfield, 2006, p. 262).

investigaciones de vanguardia en los campos tecnológicos, en los que la nanotecnología sostiene sus mayores promesas. Es decir, la NNI se coloca principalmente como un 'plan de acción' para modelar la naturaleza, tipo y rumbo de una parte del avance de la CyT de principios del siglo XXI.

Si bien es cierto que la NNI financia directamente investigaciones puntuales, su mayor impacto se identifica con la instauración de lineamientos de hacia dónde dirigir/priorizar las investigaciones de punta en otras disciplinas íntimamente vinculadas al avance de las "nanotecnologías"; sobre todo en el caso de las denominadas "tecnologías convergentes" (refiérase al vínculo sinérgico de la nanotecnología, la biotecnología, la electroinformática / robótica, las ciencias cognitivas / inteligencia artificial y afines).

Un ejemplo en términos reales: el presupuesto en la interfase de la nanotecnología y del mundo de la biología no sólo incluye aquel definido desde la NNI, sino todo aquel que sustenta ciertas investigaciones en áreas de vanguardia de las ciencias naturales o las ingenierías, como lo son algunas en biotecnología, ingeniería de modelización biológica o metrología. Investigaciones que miren hacia otras áreas de estudio que no se vinculen a la moda investigativa (dígase, nanotecnología) y peor todavía, que no contengan potencial de aplicación comercial, se verá limitadas de fondos "frescos", más aún en un contexto internacional de inestabilidad económica como el que se viene manifestando cada vez más y, sobre todo, ante un dólar relativamente débil.

Por lo indicado anteriormente, habría que preguntarse en qué medida la mencionada convergencia tecnológica es inherente al avance del conjunto de fuerzas productivas científicotecnológicas de principios del siglo XXI, o en qué grado es producto de una 'modelización' desde programas como la NNI. Lo sucedido sociopolíticamente hablando después de la aprobación de la NNI ayuda a profundizar la reflexión en torno a tal interrogante.

A petición del *National Research Council*, NAS, y bajo un *grant* de la NSF, en junio de 2002 se finalizaba una revisión de la NNI llevada a cabo por un comité especial integrado por diversos académicos y representantes empresariales de, por ejemplo, Hewlett Packard, Lucent Technologies, IBM y NanoGram.<sup>12</sup> Su Reporte, *Small Wonders, Endless Frontiers*, se dio a conocer públicamente en el mes de septiembre de ese mismo año, cuando se presentaba ante el Subcomité en Ciencia, Tecnología y Espacio del Senado de EUA (US Senate, 2002). En dicho reporte se aconsejaba, entre otras cosas, la formulación de un plan estratégico que articulara las actividades y metas de la NNI en el corto, mediano y largo plazo (de 1 a 5 años, de 6 a 10 años y a más de 10 años, respectivamente), así como el establecimiento independiente de un *Consejo de Asesores en Nanociencia y Nanotecnología* (National Research Council, 2002, p. 21).

En la audiencia en cuestión, se establecieron los primeros pasos para iniciar un "Programa Nacional en Nanotecnología". La propuesta de legislación, *The 21st Century Nanotechnology Research and Development Act* (No. 189), en boca del senador Ron Wyden de Oregón, recogía al pie de la letra las observaciones del Reporte, al tiempo que era considerada por él mismo como un asunto que de dejarse pasar podría poner en riesgo a EUA en su posicionamiento dentro de la carrera nanotecnológica a nivel mundial (Wyden, 2002, p. 2). El propósito de la legislación, suscribía: "...proveer una inteligente, acelerada y organizada aproximación para la investigación, desarrollo y educación en nanotecnología" (Wyden, 2002, p. 1).

Ha de notarse que no sorprende que la audiencia para la propuesta de legislación fuera llevada a cabo en el Comité de Comercio, Ciencia y Transporte ni que, por tanto, se auto-definiera más adelante como "el ente" articulador de un programa nacional en nanotecnología (no de nanociencia y nanotecnología, NyN), pues se trata de un modo de operatividad en entera consonancia con el

---

<sup>12</sup> Las universidades representadas eran: Northwestern University, Massachusetts Institute of Technology, University of Wisconsin, Princeton University, University of California, North Carolina State University, y University of Illinois. De la esfera empresarial: Sunshine Consultants, Hewlett Packard, Lucent Technologies, Materials Modification, Inc., IBM, NanoGram Corporation.

sesgo empresarial, implícito y explícito, presente desde el diseño y aprobación de la NNI.<sup>13</sup> Mark Modzelewski, Director Ejecutivo de NanoBusiness Alliance, dejaba puntualmente claro ante esa misma audiencia la naturaleza que debía tomar tal sesgo:

...a la Alianza le gustaría ver al Congreso continuar con su enfoque en programas de desarrollo de nanotecnología –y expandiendo los programas existentes- para la comercialización del desarrollo nanotecnológico. Creando programas que ofrezcan oportunidades a las *start-ups* y las corporaciones innovadoras. Programas que ofrezcan oportunidades contractuales, incentivos, préstamos y financiamiento para llevar al mercado las innovaciones nanotecnológicas (US Senate, 2002).

Para marzo de 2003 el Comité de Ciencia de la Cámara de Representantes llevaba igualmente a cabo otra audiencia en nanotecnología, pero en esta ocasión para considerar la viabilidad de una *Nanotechnology Research and Development Act of 2003* propia de esta sección del poder Legislativo. Para ello contó con la presencia de varias figuras, entre las que destacan por su rol participativo en la modelización del avance de la nanotecnología en EUA: 1) el ya indicado senador Ron Wyden, entonces Presidente del *Forum on Technology & Innovation* del Council on Competitiveness (al mando de representantes empresariales de DuPont, BellSouth Corporation, IBM, Silicon Graphics, Pfizer o Lucent Technologies) y financiado de modo importante por la Sloan Foundation (de General Motors) y la MacArthur Foundation; 2) el Senador George Allen del estado de Virginia e impulsor, junto con Wyden, de la iniciativa en nanotecnología en el Senado; 3) Richard M. Russell de la OSTP de la Presidencia e involucrado desde el proceso de aprobación de la NNI; 4) Thomas Theis de IBM, prácticamente presente hasta ese momento en los encuentros oficiales claves relacionados con nanotecnología; y 5) Alan Marty, ex Administrador General de Hewlett-Packard y ejecutivo residente de JP Morgan encargado de las inversiones de la firma en nanotecnología.

En la audiencia Wyden elaboraba aún más su discurso en comparación con el que pronunciara en septiembre del año anterior ante el Senado. Ahora Wyden sostenía que:

...la carrera global en nanotecnología [...] está convirtiéndose rápidamente en un asunto económico y un asunto geopolítico. [...] desde un punto de vista puramente económico, América [EUA] no puede perder la revolución nanotecnológica. El potencial no sólo de ganancias directas, pero también de trabajos y de crecimiento de las industrias relacionadas, es demasiado grande (US House of Representatives, 2003, p. 17).

Allen remataba entonces en tono exagerado (el mismo adoptado por el PCAST en el proceso de aprobación de la NNI):

...siento que estamos quedándonos atrás. Japón, Corea, China, la Unión Europea, todos están verdaderamente, creo yo, por delante de nosotros por lo menos en investigación y desarrollo de las aplicaciones de nanociencia. Es importante para el cuidado de la salud, las comunicaciones, el comercio, la manufactura, la industria aeronáutica, y de hecho para nuestra seguridad nacional que EUA sea líder en esta revolución nanocientífica o nanotecnológica (US House of Representatives, 2003, p. 17).

Nótese, así, cómo con un juego de palabras y un poco de exageración, el Senador se permite hacer una afirmación absolutamente falsa, pues como lo precisan los datos presentados al inicio de este texto, EUA se coloca a la cabeza de la I+D de la nanotecnología. Y si bien es correcto que la UE se coloca por delante en el avance de la nanociencia, el Senador habla de “aplicaciones de nanociencia”, es decir, de nanotecnología.

---

<sup>13</sup> Lo indicado es claro si se considera que en general se asume la tecnología como la aplicación comercial de los avances científicos. Si bien es intensa la discusión sobre si existe en realidad una separación entre ciencia y tecnología (sobre todo desde la filosofía de la ciencia), lo que es cierto es que en los círculos políticos, su uso sí es diferenciado en el sentido expuesto.

Sentadas las bases en el Legislativo sobre lo trascendental de la nanotecnología, una serie de medidas para estimular su I+D fueron sometidas para su aprobación como Ley por la Cámara de Representantes en mayo de 2003 (US House of Representatives, 2003, pp. 3-4).

Lo mismo sucedería en el Senado y sería aprobado por el Congreso a fines de 2003. En julio de 2004, por orden del Ejecutivo se constituía el PCAST como el *Panel Nacional Asesor en Nanotecnología* que a su vez constituyó el denominado *Grupo Técnico Asesor en Nanotecnología*, NTAG. Por medio de este último se sumaba una serie adicional de actores de la elite empresarial estadounidense, pero en este caso vinculada de manera directa al avance de la nanotecnología y, por tanto, al negocio de lo "nano". No sobra puntualizar que algunos miembros del NTAG ya habían participado en alguna(s) de las audiencias previamente mencionadas (indicados a continuación con un asterisco), aspecto que devela su importante y abierta labor de cabildeo en la arena de la toma de decisiones.

Entre los miembros del NTAG encontramos a: Richard Siegel (Nanophase Technologies Corp), Richard Smalley\* (Carbon Nanotechnologies Inc), Mark Modzelewski\* (Director Ejecutivo de la Business Alliance), Gregg Zank (Dow Corning Corporation - Ventures R&D), Stanley Williams\* (Hewlett Packard), James Baker (Nanobio), Cherry Murray\* (Lucent Technologies y NJ Nanotech Consortium), William Beckenbaugh (Konarka Technologies), John Belk (Boeing), Edward Boyes (DuPont), James Heath (Cal Tech and NanoSys), Charles Lieber (Harvard/NanoSys), Michael Heller\* (Nanogen), John Kozarich (ActiveX Biosciences), Uzi Landman (Ga. Tech), Juri Matisoo (Semiconductor Industry Association), Chad Mirkin (Nanolnk), Judith Stein (General Electric), Kathleen Taylor (General Motors), Thomas Theis\* (IBM), James R. Von Ehr II (Zyvex), Dennis Wilson (Nanotechnologies, Inc), Samuel Stupp\* (Northwestern University), Nathan Swami\* (University of Virginia/INanoVA); entre otros del MIT, Cornell University, University of Texas, Rice, University of California, etc.<sup>14</sup>

Ahora bien, en lo que respecta al Proyecto de Ley *21st Century Nanotechnology Research and Development*, en septiembre de 2003, el Comité en Comercio, Ciencia y Transporte del Senado mandaba a publicar un breve reporte sobre la propuesta de Ley para su votación vía *fast track*, en el que se proponía abrir una línea de fondos para I+D en nanotecnología de 3.7 millardos de dólares para el periodo de 2004 a 2008. El reporte justificaba tal financiamiento sobre la base de que:

...el apoyo Federal es crucial porque, dada la infancia de la nanotecnología, pocas compañías están dispuestas a invertir completamente sus recursos puesto que las ganancias están lejos en el futuro. Los capitalistas de riesgo se retiran por las mismas razones. Las universidades tienden a no tener los fondos suficientes para realizar su trabajo exploratorio. Solo el gobierno Federal puede construir un puente hacia la próxima década antes de que esta investigación pueda ser ampliamente aplicada a productos comerciales (US Senate, 2003, p. 2).

La aprobación final por parte del Congreso y como Ley Pública (108-153) era formalizada el 3 de diciembre de 2003 (US Congress, 2003). Entonces, Roco denotaba:

...cada dólar de los 3.7 millardos será usado, e incluso más. Esto es así puesto que las Agencias probablemente gastarán más al final de los cuatro años como producto del gran interés existente y la sinergia con otros campos de investigación (Sin autor, *Small Times*, 2003).

---

<sup>14</sup> Smalley (fallecido en octubre de 2005) participó en la audiencia de 1999 (No. 106-40). Su peso político no se basaba en sus actividades de cabildeo, sino por sus descubrimientos en nanotecnología y su activa posición pronanotecnología tanto en el ámbito académico como empresarial. En el reporte de septiembre de 2002 (*Small Wonders*) encontramos a Stupp, Heller, Theis y Murrria. En la audiencia de presentación del mismo ante el Senado en septiembre de 2002 a Stupp, Modzelewski, Williams, y Swami. Y en la audiencia de marzo de 2003 a Theis. Para revisar la lista completa de los miembros del NTAG, véase: *Nanotechnology Now. Government Programs*. Recuperado en: [www.nanotech-now.com/government.htm](http://www.nanotech-now.com/government.htm). Léase respecto a la temática: Brown, 2003.

Lo anterior toma mayor precisión si se toma en cuenta que en la Ley se estipula la necesidad de coordinación de las actividades del Programa de I+D en Nanotecnología para la Defensa que había sido establecido en la sección 246 de la *Ley de Autorización en Defensa Nacional Bob Stump* (107-314) y desde el que se llama a:

...asegurar la superioridad global de EUA en nanotecnología necesaria para alcanzar los requerimientos de seguridad nacional...[para ello, convoca a] acelerar la transición y despliegue de tecnologías y conceptos derivados de la investigación y desarrollo de nanoescala hacia las Fuerzas Armadas (US Congress, 2002, Sección 246).

El propósito de la Ley era claramente sintetizado por Calvin Chow cuando expresaba:

...es un honor especial ser escogido representante de la industria nanotecnológica en estos momentos....esta sola iniciativa ofrece el financiamiento en nanotecnología a niveles históricos y comenzará a generar un rápido y vital empuje de crecimiento, y asegurará el dominio mundial de EUA en esta floreciente industria (Sin autor, *Small Times*, 2003).

Para tal dominio EUA desde la NNI, acompañada de las iniciativas legislativas correspondientes, ha organizado desde las agencias que la conforman una estrategia de financiamiento en cinco modalidades: 1) inversión en investigación fundamental en ciencia e ingenierías; 2) financiamiento de investigaciones puntuales bajo la denominación de “grandes retos” en: materiales nanoestructurados, manufactura a la nanoescala, detección y protección de material químico-biológico-radiológico-explosivo, instrumentos de nanoescala y metrología, nanoelectrónicos, nanofotónicos, y nanomagnetos, aplicaciones médicas, robótica, y aplicaciones para el mejoramiento del medio ambiente; 3) apoyos para el desarrollo de centros de investigación; 4) fondos para el emplazamiento de infraestructura estratégica para la investigación y desarrollo de la nanotecnología; y 5) para investigaciones en los aspectos sociales de la nanotecnología y programas de educación.<sup>15</sup>

Aunque tales frentes de financiamiento no son homogéneos en cuanto a los montos ejercidos ni respecto a su prioridad dentro de las agencias que lo ejecutan (por ejemplo, en general el gasto en investigaciones sobre los aspectos sociales y éticos han sido mínimos)<sup>16</sup>, lo que se puede identificar es que desde la NNI se viene (re)organizando parte del aparato científico tecnológico estadounidense a modo de consolidar, material y socialmente, una *Nanored*. Tres son los mecanismos centrales: 1) el establecimiento de centros de investigación en ciencia de la nanoscala (ubicados en los laboratorios nacionales); 2) la conformación de una red nacional de trabajo en nanotecnología que vincule desde la conformación de diversos centros de excelencia, al menos una agencia del gobierno, universidades y, en la medida de lo posible, el financiamiento empresarial; y 3) la creación de una Red Computacional para nanotecnología que permita el uso de infraestructura a distancia y posibilite el análisis e interpretación de datos y modelos a un número mayor de centros e institutos de investigación.<sup>17</sup>

La NSF, a saber, se ha concentrado más en el estímulo a la dimensión sociolaboral de la nanored estadounidense, pues ha dirigido el grueso de su financiamiento a proyectos de investigación fundamental y de ‘grandes retos’, así como para la conformación de centros de investigación de excelencia en universidades del país, y con la participación de la iniciativa privada (*Nanoscale Science and Engineering Centers / Materials Research Science and Engineering Centers*): por

---

<sup>15</sup> Para mayores detalles, véase: A) National Science and Technology Council. *National Nanotechnology Initiative, research and Development Supporting the Next Industrial Revolution. Supplement to the President's FY 2004 Budget*. Committee on Technology. Government Printing Office. Washington, D.C. 4 de febrero de 2003. B) National Science and Technology Council. *National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan*. Government Printing Office. Washington, D.C. diciembre de 2004.

<sup>16</sup> Según fuentes citadas por Berube, “...en cada agencia, ‘cerca de un tercio de los fondos son gastados en investigación fundamental’, un tercio en préstamos para grandes retos, y otro tercio es distribuido en las instalaciones de infraestructura y desarrollo de temas sociales” (Berube, 2005, p. 127).

<sup>17</sup> Véase, por ejemplo, la página del Network for Computational Nanotechnology en la Universidad de Purdue ([www.ncn.purdue.edu](http://www.ncn.purdue.edu)) o la del Computational nanoHUB ([www.nanohub.org](http://www.nanohub.org)).

ejemplo, están el *Nanoscales Systems in Information Technologies Center* y el *Nanobiotechnology Science and Technology Center*, ambos en la Universidad de Cornell; el *Nanoscience in Biological and Environmental Engineering* en la Universidad de Rice; el *Nanoscale Systems and their Device Applications* en la Universidad de Harvard; el *Princeton Center for Complex Materials* (Princeton University), etc.<sup>18</sup>

A los anteriores se suman los centros establecidos por el Departamento de la Defensa en el Massachusetts Institute of Technology (*Institute for Soldier Nanotechnologies*), en la Universidad de California en Santa Barbara (*Center for Nanoscience Innovation Defense*) y en el Naval Research Laboratory (*Nanoscience Institute*). Los de la NASA en la Universidad de California en Los Ángeles (*Institute for Cell Mimetic Space Exploration*), en la Universidad de Texas A&M (*Institute for Intelligent Bio-Nanomaterials & Structures*), en la Universidad de Princeton (*Bio-Inspection, Design, and Processing of Multifunctional Nanocomposites*) o en Universidad de Purdue (*Institute for Nanoelectronics and Computing*).

Por su parte el Departamento de la Energía, aunque estimula la conformación de cuadros de científicos e ingenieros en actividades nanotecnológicas en diversas universidades, también ha jugado un papel central dentro de la NNI en el emplazamiento de instalaciones. En tal sentido ha abierto centros con instrumental sofisticado en los diversos laboratorios nacionales que ya administraba: el *Center for Functional Nanomaterials* en el *Brookhaven National Laboratory*, el *Center for Integrated Nanotechnologies* en el *Sandia National Laboratories* y *Los Alamos National Laboratories*, el *Center for Nanophase* en el *Oak Ridge National Laboratory*, el *Molecular Foundry* en el *Lawrence Berkeley National Laboratory* y el *Center for Nanoscale Materials* en el *Argonne National Laboratory*.

Otros que se pueden mencionar son: el *Center for Neutron Research* del National Institute of Standards and Technology (parte del Departamento de Comercio), el *National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering* del Departamento de Salud y Servicios Humanos, así como los múltiples centros de excelencia para aplicaciones nanotecnológicas contra el cáncer, etc.<sup>19</sup>

La amplitud de la Nano-Red estadounidense no se limita a esos espacios de I+D formal y directamente integrados bajo la sombrilla de la NNI. Ésta se extiende a lo largo y ancho de las principales universidades del país, a otros centros de I+D de tecnología militar del Pentágono, tanto públicos como secretos, así como hacia el abanico de laboratorios de las multinacionales y pequeñas/medianas empresas de esa nación.

El financiamiento federal es fortalecido por numerosas iniciativas regionales, estatales y locales que contribuyen directamente, según cálculos oficiales de 2004, con un monto adicional correspondiente al 20% del financiamiento total federal (National Science and Technology Council, 2004, iv). Gran parte de ese financiamiento es canalizado a la construcción de instalaciones de investigación en universidades y parques científicotecnológicos y/o a la formalización de corredores o áreas de desarrollo nanotecnológico.<sup>20</sup> La categorización anual y por estados que publica *Small Times*, precisa que aquellos en los que más desarrollan las micro y nanotecnologías son, para 2006 y en orden descendente: California, Nuevo México, Massachusetts, Michigan,

<sup>18</sup> Véase la página web de la NNI para un listado de los centros de excelencia: [www.nano.gov/html/centers/nnicenters.html](http://www.nano.gov/html/centers/nnicenters.html)

<sup>19</sup> Véase la página web del *National Cancer Institute*, [http://nano.cancer.gov/funding/nanotech\\_centers\\_of\\_excellence.asp](http://nano.cancer.gov/funding/nanotech_centers_of_excellence.asp)

<sup>20</sup> Según datos de Roco y Swami de 2003, en Arizona se estaban invirtiendo 5 millones de dólares para el desarrollo de infraestructura de un Nano-bio Center; en California 100 millones para la del California Nanosystems Institute; en Florida 5 millones para un Centro en la Universidad de South Florida; en Georgia 90 millones para la construcción de un centro en Georgia Tech; en Illinois 63 millones para la edificación de diversos nano-centros en las universidades del estado; en Indiana 5 millones para el Nanotechnology Center en Purdue; en Nueva York 450 millones para la infraestructura del Nanoelectronics Center en Albany; en Oregón 20 millones para el Oregon Nano-Micro Interface Institute; en Pennsylvania 37 millones para el Nanotechnology Center; en Texas 10 millones para fortalecer la Universidad de Rice, de Texas (en Austin), de Dallas y de Arlington; en Washington para la construcción de un cuarto limpio en el Washington Tech Center; etc. Véase: Crosby, Stein, Swami y Murdock, 2005, p. 16.

Texas, Nueva York, Ohio, Virginia, Colorado y Nueva Jersey (Forman, 2006). Ésta es pues, de manera générica, la Nano-Red estadounidense en acción.

### La nanotecnología en América Latina, AL

En contraste con EUA, en AL se identifica una subordinación para con las redes industriales o, siendo más precisos, en relación con las Nanoredes en lo que refiere al caso que nos ocupa. Las agendas científicotecnológicas de los tres países que desarrollan el grueso de la nanotecnología en AL, aunque con sus diferencias y grados, están particularmente subsumidas a la dinámica de la Nanored estadounidense. Me refiero a Brasil, Argentina y México, naciones cuyo sistema científicotecnológico representa poco más de  $\frac{3}{4}$  partes del potencial de Latinoamérica como un todo.<sup>21</sup>

Lejos de cualquier ambición de posicionarse, cuando menos, en algún nicho nanotecnológico (independientemente de sus implicaciones éticas, sociales y ambientales) como sugiere ser el caso de, por ejemplo, China; Delgado D, 2007), los países latinoamericanos están abrumadoramente rezagados en el proceso de competencia intercapitalista en nanotecnología y en tecnología en general.

Atónitos por el discurso de las potencialidades de la tecnología de punta, los gobiernos latinoamericanos, como el de México, buscan “engancharse” a la *tendencia global* a través de abrir paso a contados científicos e ingenieros nacionales para que realicen ciertas investigaciones bajo programas de cooperación internacional altamente desventajosos y a favor de los “socios” metropolitanos que, en el fondo, han sido diseñados desde las redes industriales como mecanismos de captación de cerebros y apropiación de innovación local.

El fenómeno, que es vendido públicamente por los grupos oligárquicos latinoamericanos como un esfuerzo para ingresar a la “economía del conocimiento”, es decir, para ser más “competitivos en la era de la globalización” (era que tiene más de 500 años en realidad), tiene como contraparte la “transferencia” o “derrame” tecnológico, ciertamente regulado, a través de la venta de mercancías o procesos productivos “internacionalizados” por la vía de multinacionales extranjeras.

Como se constata, el discurso de la competitividad en AL en realidad está lejos de buscar equiparar las acciones de estímulo de I+D e industrialización propias de las metrópolis. Su contenido es altamente político y demagógico y, en lo concreto, promueve mantener impertérritas las políticas neoliberales, las condiciones de profunda dependencia de la periferia; y la brecha creciente entre ricos y pobres. No sorprende que el *Instituto Mexicano para la Competitividad*, IMCO, uno de los principales entes representantes del empresariado nacional y extranjero en México y férreo promotor del *Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte*, ASPAN, homologue la “competitividad” a “la capacidad de atraer y retener inversiones” (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2007). No sobra precisar que el Imco incluye entre sus consejeros a representantes de empresas como Grupo Posadas, Peñoles, Imsa, Alfa Corporativo, Kimberly-Clark (EUA) y Carlyle Group (EUA), entre otros.<sup>22</sup>

Como lo refleja el caso de la nanotecnología, mientras en EUA se fomenta, regula, protege y subsidia el aparato productivo y de innovación nacional, a la periferia se le precisa que debe desregular e “internacionalizar” el suyo. Esto es que las industrias periféricas operen y compitan sin ningún tipo de apoyo gubernamental como supuestos “iguales” en relación con la industria

<sup>21</sup> Según datos de la NSF, Brasil contaba en 2001 con 111,870 investigadores o el 52% del total de la región; Argentina unos 40,455 o el 19%; y México a 26,479 o el 12%. En los tres países poco más de dos terceras partes de los investigadores estaban en el sector de “educación superior”. La repartición era, para ese mismo año de la siguiente manera: en México el 27% en instituciones de gobierno, un 63% en aquéllas de educación superior y sólo un 10% en el sector empresarial; en Argentina los porcentajes respectivamente eran del 20%, del 68% y del 10%; y en Brasil del 7%, del 67% del 26%, respectivamente. Véase: Bell, 2004, pp. 102, 104.

<sup>22</sup> Recuperado de: [www.imco.org.mx](http://www.imco.org.mx)

metropolitana (lo que en la mayoría de ocasiones las lleva a su desaparición o venta); que los Estados nacionales periféricos permitan la libre operatividad de actores extranjeros como uno de los principales mecanismos de fomento a la “competitividad” nacional (léase: “capacidad de atraer y retener inversiones”); y que, entre otras medidas, se fomente la adquisición de tecnología extranjera por parte del gobierno y/o “socios” nacionales en lugar de desarrollarla endógenamente.

Aquellos esquemas económico-políticos periféricos que contradigan los lineamientos del Consenso de Washington y que, por tanto, pretendan acotar el grado de subordinación y dependencia, han sido objeto de ser calificados como regímenes dictatoriales con esquemas de desarrollo “no-competitivos” y, por tanto, que “caminan en sentido contrario a la tendencia de la economía mundial”. En AL, Cuba, Venezuela, Bolivia y Ecuador así han sido catalogados por José Ángel Gurriá, Secretario General de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD, (Becerril, 2007, p.13). La etiqueta es claramente de tinte político.

Considerando lo anterior, veamos, entonces, cómo se reconocen los aspectos señalados en las particularidades, diferencias y limitantes que caracterizan a los sistemas científicotecnológicos de México, Brasil y Argentina en lo que respecta al caso de la nanotecnología.

## - México

En el país no existe un programa nacional de nanotecnología, pero existen varios proyectos de investigación en nanomateriales y nanopartículas, el grueso de ellos bajo convenios bilaterales con EUA y la UE. Según informaba Roco en el 2001 (pp. 356-360), México tenía cerca de dos decenas de grupos de investigación, un número que se puede corroborar a pesar de la diferencia de los conservadores datos ofrecidos por Malsch.<sup>23</sup> A la par, se estima que hasta 2006 el país registraba a su favor contadas nanopatentes; casi todas sobre procesos y no de productos a excepción de una sobre pintura antigraffiti (propiedad de Comex). Se trata de un dato llamativo dado que tan sólo la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, figura en la posición número 71 de productividad de publicaciones en nanociencia y nanotecnología a nivel mundial.<sup>24</sup>

Lo anterior sugiere tener su explicación en el tipo de esquemas de I+D+I planteados en el país, usualmente subordinados a intereses y dinámicas exógenas. Uno de los más aparatosos esquemas que ejemplifica tal subordinación tecnológica en I+D+I de la micro y nanotecnología en el país, es aquel establecido a través de la *Fundación México – Estados Unidos para la Ciencia*. Desde un acercamiento de “colaboración” en I+D+I de tecnologías de sistemas micromecánicos (MEMS) y algunos nanomecánicos (NEMS) se ha establecido la creación de una *Red Binacional de Centros de Diseño* que incluye en México a los principales centros de investigación del país.<sup>25</sup>

<sup>23</sup> Según Malsch, hasta 2004 México tenía once grupos de investigación nanotecnológica en tres universidades y dos institutos de investigación, sumando poco menos de un centenar de investigadores (Malsch, 2004). En 2005 se corroboraba la existencia de actividades en nanociencia y nanotecnología en: el Centro de Ciencias de la Materia Condensada, UNAM; el Centro de Investigación en Química Aplicada, Instituto de Física, UNAM; el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica; el Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, UASLP; el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV; la Facultad de Ciencias, UAMex.; la Facultad de Ingeniería Química, BUAP; el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; el Instituto Mexicano del Petróleo; la Facultad de Ciencias, UNAM; el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM; el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero; el Instituto Tecnológico de Saltillo; el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas; UMSNH; el Instituto de Física, BUAP; el Centro de Investigación en Materiales Avanzados; el Instituto de Metalurgia, UASLP; el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN; o el Instituto de Física, UASLP.

<sup>24</sup> *Mapping Excellence in Science and Technology across Europe*. Recuperado de: <http://www.cwts.nl/ec-coe/downloads/demomaps.ppt>

Adviértase que en esa institución se identifica un amplio número de proyectos en colaboración internacional. La Red de Grupos de Investigación en Nanociencias (REGINA), fundada en 2002 por el Instituto de Física de la UNAM, sugiere fungir esa función de internacionalización de las actividades de I+D+I en nanociencia y nanotecnología (véase: [www.nano.unam.mx](http://www.nano.unam.mx)).

<sup>25</sup> La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, UACJ, la Universidad Veracruzana, UV, el ITESM–Campus Monterrey, el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI, la Universidad de Guadalajara, UdeG, el Cinvestav de Jalisco, la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, INAOE, y el

Dicha Red tiene la función, desde 2004, de elaborar diseños y prototipos para “nichos de mercado específicos”, pues se espera que la Red facilite el desarrollo tecnológico de los microsistemas a través de la transferencia de tecnología con instituciones de Estados Unidos líderes en este campo.<sup>26</sup> Nótese que no se trata del desarrollo de tecnología propia vinculada a las necesidades mexicanas y en colaboración con colegas de la potencia nortea.

Entre los actores “socios” del lado estadounidense están los laboratorios cívico-militares Sandia, la Universidad de Texas en Arlington, la Universidad de Nuevo México, el Centro de Diseño de MEMS de Sony de San Antonio Texas, y las tres principales proveedoras de software de diseño especializadas en MEMS de ese país (MEMScAP, Intellisuite, Coventor).

En este contexto en el que los principales beneficiarios del programa son el Departamento de la Defensa, DdD, y el empresariado estadounidense, no sorprende que Guillermo Fernández de la Garza, Director Ejecutivo de la fundación en cuestión, hiciera el llamado a “impulsar en México la micro y nanotecnología” (Galán, 2005). Una medida que llama la atención que fuese adoptada por el Ejecutivo mexicano en el marco del TLCAN al incluir en la llamada Alianza para la Seguridad y Prosperidad de América del Norte (ASPAN), la opción de “explorar oportunidades para colaborar [con EUA y Canadá] en áreas clave como...la nanotecnología”.<sup>27</sup> Las implicaciones militares y de seguridad nacional podrían ser mayores.

Entre otros casos puntuales que se pueden mencionar y que se adaptan al indicado esquema subordinante de la Fundación México - Estados Unidos para la Ciencia, están, entre otros: 1) los acuerdos entre el Centro Internacional de Nanotecnología y Materiales Avanzados, CINMA, de la Universidad Veracruzana y la Universidad de Texas (Austin), celebrados a través del Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología (Conacyt)<sup>28</sup>; 2) el acercamiento entre la Universidad de Guanajuato y la Universidad de Texas (Dallas) para investigaciones nanotecnológicas (University of Texas at Dallas, 2005); 3) el establecimiento de un laboratorio binacional con EUA entre el Instituto público del Conacyt, el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados, CIMAV (Chihuahua, México), y la Universidad de Texas, con la que estableció desde 2004 un “Consortio para proyectos de Nanotecnología”. Se suma la colaboración entre este Instituto y la Universidad del Estado de Nueva York en Albany<sup>29</sup>; 4) las colaboraciones entre el Laboratorio de Nanotecnología y Nanociencias de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Texas en Austin o el Lawrence Berkeley National Laboratory (EUA); 5) el proyecto de *Nanoforum EU-LA* que busca vincular investigadores latinoamericanos a los programas europeos de IyD<sup>30</sup>; o 6) la formalización de la Red Latinoamericana de Nanociencia y Nanotecnología integrada por diversos entes de IyD mexicanos, la Universidad de Texas, la Universidad de California, el Instituto de Nuevos Materiales de Alemania, entre otros.<sup>31</sup>

Cabe señalar que todas las investigaciones en nanotecnología en México se colocan en los últimos lugares de la IyD a nivel mundial, además de que gran parte de ella es realmente “microtecnología”. Ello responde sobre todo a que en principio, el equipo existente en el país es de sofisticación baja o media. Por ejemplo, no existe una sola instalación sincrotrón ni tampoco de instrumental de alta resolución electrónica que permita, en tiempo real, la ‘observación’ a escala

---

Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE, que están localizados en los estados de Puebla, Chihuahua, Nuevo León, Jalisco, Veracruz, Distrito Federal, Guanajuato y Morelos.

<sup>26</sup> *MEMS-México*, 2003. Recuperado de: [www.mems-mexico.com/content/view/19/](http://www.mems-mexico.com/content/view/19/)

<sup>27</sup> La nota periodística cita textualmente: “...Explorar oportunidades para colaborar en otras áreas clave como biotecnología, nanotecnología, cadenas de distribución y logística administrativa, productos forestales, Pymes (pequeñas y medianas empresas), materiales de construcción, etiquetado de fibras, cadena de proveedores de vegetales, y en un acercamiento a los mercados emergentes” (González Amador, 2005).

<sup>28</sup> Véase la convocatoria de 2005 de parte del Conacyt y la Universidad de Texas en la página oficial del primero. Recuperado de: [www.conacyt.mx/coop\\_internacional/Convocatoria-CONACYT-UT-AUSTIN-2005.html](http://www.conacyt.mx/coop_internacional/Convocatoria-CONACYT-UT-AUSTIN-2005.html) Igualmente consúltese el boletín informativo de la Universidad Veracruzana. Disponible en: [www.uv.mx/boletines/banner/vertical/octubre05/241005/utexas.htm](http://www.uv.mx/boletines/banner/vertical/octubre05/241005/utexas.htm)

<sup>29</sup> Véase el Informe de Resultados 2004 del CIMAV. Recuperado de: [transparencia.cimav.edu.mx/pdfs/Resultados2004.pdf](http://transparencia.cimav.edu.mx/pdfs/Resultados2004.pdf)

<sup>30</sup> Recuperado de: [www.mesaplus.utwente.nl/Links/nanoforumeu/](http://www.mesaplus.utwente.nl/Links/nanoforumeu/)

<sup>31</sup> Véase: [www.viep.buap.mx](http://www.viep.buap.mx)

nanométrica de las muestras. La deficiencia es tal que la Universidad de Texas de cara al mencionado acuerdo MEMS, decidió “donar” una supercomputadora (CRAY-T3E), con el objeto de formar, “...un Centro Nacional de Supercómputo que apoye a los expertos mexicanos en la realización de prototipos y proyectos en México” (Citado en García, 2003).<sup>32</sup> Lo mismo sucedió con el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, INAOE, que recibió en 2004 una “donación” de equipo por valor de más de un millón de dólares por parte de Motorola (EUA) “para la fabricación de circuitos integrados” (García, 2004), todo como parte de un esquema de transferencia de tecnología denominado *LatinChip*, desde el cual la multinacional se beneficia de la formación de fuerza de trabajo calificada en líneas de ensamblaje propias, así como de potenciales investigaciones (propia de microescala) que se puedan generar en la región.<sup>33</sup>

Sin una industria endógena y política económica industrial que específicamente aprovechara eventualmente el avance de la nanotecnología en el país, el discurso oficial se apresura a enrolarse en actividades de esta naturaleza totalmente supeditadas a esquemas de I+D metropolitanos como una de las tantas medidas para tornar al país más “competitivo”. Debe notarse que a pesar de haber seguido al pie de la letra los lineamientos neoliberales de “desarrollo y competitividad” desde hace más de un cuarto de siglo, México es cada vez menos “competitivo”, incluso en los términos de medición propios del discurso neoliberal.

#### - **Argentina**<sup>34</sup>

A diferencia de México, en este país suramericano existe desde junio de 2005 un *Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías* (Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina, 2005); una medida política que fue precedida por la creación unilateral –por decreto presidencial- de la Fundación Argentina de Nanotecnología, que luego se transformó, junto con la aprobación del Plan, en el *Fondo Argentino de Nanotecnología*, FAN. Pocos meses después, se gestaba el acercamiento con Brasil para constituir el *Centro Brasileño Argentino de Nanociencia y Nanotecnología*, CBANN.<sup>35</sup>

Con casi 300 personas que se dedican a la I+D de la nanociencia y la nanotecnología (Sin autor, *Diario LaU*, 2005), el Plan cubre un periodo de 10 años y un capital inicial de 10 millones de dólares (monto otorgado entonces a la Fundación), al que se le suma un financiamiento anual de parte del Tesoro Nacional, créditos financieros y fondos privados nacionales y extranjeros. Entre las erogaciones ya se coloca la apertura de un laboratorio de dispositivos microelectrónicos que inicia operaciones en 2006 (Sin autor, *El Clarín*, 2006) desde el Centro Atómico Bariloche de la Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA, esta última, uno de los entes coordinadores del grueso de las actividades en I+D de nanotecnología, pues tiene bajo su dependencia las principales instalaciones estratégicas del país como lo son el Instituto Balseiro, CAB de la Universidad Nacional de Cuyo y el Acelerador de Partículas Tandem, TANDAR, vinculado a la Universidad de Buenos Aires.

Añádase las actividades en nanociencia y nanotecnología de entes como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas, Teóricas y Aplicadas de la Universidad Nacional de la Plata; las del “Laboratorio de Diseño de Estrategias de Targeting de

<sup>32</sup> Palabras de Jaime Parada Ávila, entonces director del Conacyt. Recuperado de: <http://www.conacyt.mx/comunicacion/servicios/boletines/boletin04-3-DCS.htm>

<sup>33</sup> En Brasil, este esquema opera también en la Universidad de São Paulo y en la Universidade Estadual de Campinas donde Motorola realizó donaciones similares (*A Tribuna de Santos*, 1999).

<sup>34</sup> Tal vez una de las primeras reflexiones sobre el caso de Argentina, y que aquí es retomada, es la ofrecida por Foladori (2005).

<sup>35</sup> En el CBAN operan dos grupos de nacionalidad mixta con dos proyectos por un monto de 50 mil dólares anuales. Desde la Argentina participan: Ernesto Calvo, de la Universidad de Buenos Aires; Alberto Lamagna y Alfredo Boselli, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, y las ingenieras Silvina Bidart y Agueda Menvielle, de SECyT. De parte de Brasil: José Albuquerque de Castro, de UFRJ; Jairton Dupont, de UFRGS; Jorge Humberto Nicola, Director de Políticas y Programas Sectoriales del MCT y Alfredo de Souza Mendes, Coordinador General de Micro y Nanotecnologías. Véase: 1) *Diario LaU*, 2005; 2) *La Nación*, 2005.

Drogas” de la Universidad de Quylmes (Buenos Aires); del Centro de Investigación y Desarrollo para el Sector Metalúrgico; o de empresas como Nanotek, S.A. o INVAP, ambas vinculadas a la FAN; entre otros casos.

Lo que llama la atención del aprobado Plan es que la multinacional Lucent (EUA) participara activamente en su diseño, pero aún más lo es la postura del entonces Ministro de Economía, Roberto Lavagna, cuando afirmó que “...Lucent Technologies aceptó con mucho entusiasmo la invitación del Ministerio de Economía para formular el programa” (Citado en: Sin autor, *Agencias*, 2004). Y no es para menos, los científicos e ingenieros argentinos trabajarían bajo formal acuerdo en las instalaciones de la multinacional (v. gr. cuartos limpios) (Citado en: Sin autor, *Agencias*, 2004), además de que, según Lavagna, la ventaja de Lucent es que, “...podrá desarrollar cualquier producto resultante de la investigación financiada, puesto que Argentina carece de recursos para ello” (Sametband, 2005).

La protesta sobre la subordinación de la IyD nanotecnológica de Argentina se gestó incluso en el seno de la Cámara de Diputados de la Nación. Por un lado, debido a la importante injerencia extranjera en la materia, pues como se afirma en un documento de la Cámara,

...la Oficina Naval de Investigaciones en concordancia con la Oficina de Investigaciones Científicas de la Fuerza Aérea (AFOSR) de EUA, organizó un par de seminarios en donde participaron un importante conjunto de científicos argentinos, para detectar los grupos de excelencia en el campo de la investigación en Nanociencia (Honorable Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Por el otro lado, y sobre todo, por los vínculos de tal IyD argentina al aparato militar de EUA por medio de un contrato de Lucent con el Defense Advanced Research Projects Agency del DdD de EUA para el desarrollo de microsistemas más rápidos y seguros para la guerra (contrato conjunto con el Space and Naval Warfare Systems Center de EUA). Específicamente preocupó el desarrollo nanotecnológico de sensores mediante un convenio entre el Instituto Balseiro dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentina), la Office of Naval Research (ONR, de EUA) y el Naval Research Laboratory (EUA).

Es en tal sentido que al denunciar más ampliamente este suceso de la política nacional argentina, Foladori apuntaba que,

...la selección de las áreas de desarrollo de las nuevas tecnologías [nanotecnología] no siempre obedece a las necesidades de los países y, menos de la población pobre (Foladori, 2005).

La fuerte vinculación de la IyD de Argentina al complejo bélicoindustrial de EUA lo ejemplifica claramente, al tiempo que hace un llamado a la reflexión sobre cuál es el estado de esta relación, éticamente cuestionable, en el resto de países de AL.

#### - **Brasil**<sup>36</sup>

Líder en investigación en nanociencia y nanotecnología en AL, fue pionero regional al lanzar, en 2001, la Iniciativa “Brasileira em Nanotecnologia” (Edital CNPq Nano 01/2001) con un presupuesto inicial de 25 millones de reales (unos 10 millones de dólares). La iniciativa culminó su formalización bajo la figura de “Programa de Desenvolvimento da Nanotecnologia e Nanociencia” (Gonçalves da Silva, 2003) del Plan Plurianual 2004-2007 cuando se aumentó considerablemente el presupuesto al acumular los 140 millones de reales para el año 2006.

---

<sup>36</sup> Para una revisión puntual del caso, léase: Martins, P. R., Premebida, A., Domingues, R., Braga, R. *Revolução Invisível. Desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil*. Xamã. Sao Paulo, Brasil., 2007.

<b>Gasto Público en Nanotecnología (reales)</b>	
2001	25, 468,471
2003	11,652,097
2004	17,515,128
2005	80,057,406
2006	5,200,000
Total	139,893,103
Fuente: Martins, P. R., Premebida, A., Domingues, R., Braga, R. <i>Revolução Invisível</i> . Xamá. Sao Paulo, Brasil., 2007: 46.	

Es el único país de la región que cuenta con instalaciones avanzadas como el Laboratorio Nacional de Luz de Sincrotrón (en Campiñas) del Ministério de Ciência e Tecnologia, MCT, entre otras infraestructuras relevantes entre las que se destacan: las del *Instituto Nacional de Metrologia, Normalizao e Qualidade Industrial*; las del *Centro Brasileiro de Pesquisas em Física*; las que son propiedad del Ministério da Defesa (como Centros Tecnológicos de Aeronáutica, Ejército y Marina); o las emplazadas en el recién conformado *Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada* (en alianza con Motorola a través del antes mencionado programa LatinChip y bajo especificidades similares a las del caso mexicano como las de transferencia de personal calificado a favor de la multinacional) (Ministerio da Ciência e Tecnologia, 2002). Nótese nuevamente que en este último caso se trata, en principio, de investigaciones micrométricas, no obstante el Centro es impulsado desde el mencionado Programa de Nanotecnología.<sup>37</sup>

El programa brasileño en nanotecnología involucraba formalmente para el 2006 a cinco instituciones nacionales, 70 universidades públicas y privadas, más de mil investigadores y 13 empresas privadas (Lemie, 2005)<sup>38</sup>, la mayoría vinculadas a alguna de las cuatro redes de trabajo experimental conformadas para el periodo 2001-2007: 1) la *Red de Materiales Estructurados*, 2) la *Red de Investigación en Nanotecnología*, 3) la *Red Cooperativa para la Investigación en Nanodispositivos, Semiconductores y Materiales Nanoestructurados*, y 4) la *Red de Nanotecnología Molecular y de Interfaces*, RENAMI. A dichas redes se vinculan también empresas extranjeras de gran calibre (por ejemplo France Telecom, Motorola, HP, etc.) e investigadores extranjeros asociados (en su mayoría estadounidenses y europeos).<sup>39</sup> Se sumó también una –modesta– quinta red de investigación sobre las implicaciones de la nanotecnología que estuvo operativa hasta marzo de 2007 con un financiamiento estipulado de no más de 200 mil reales: la Red de Nanotecnología, Sociedad y Medio Ambiente (Renanosoma).

Para 2005, el gobierno brasileño establecía los lineamientos de una segunda etapa de su plan en nanotecnología al conformar el “Programa Rede BrasilNano” (Edital MCT/CNPq 29/2005) que tomó cuerpo en un presupuesto inicial de 27 millones de reales y 10 redes de trabajo operativas por 4 años y que, a diferencia de la “etapa” anterior, excluía totalmente la cuestión social y ambiental. Ésas son: Red de Nanofotónica; Red de Investigación en Nanobiotecnología y Sistemas

<sup>37</sup> El rango de manipulación ronda entre los 3.5 a 8 micrones. Véase: Em visita ao LNLS, presidente Lula anuncia programa da nanociencia e naotecnologia. Brasil, 19 de agosto de 2005. Recuperado de: [www.lnls.br/principal.asp?idioma=1&conteudo=521](http://www.lnls.br/principal.asp?idioma=1&conteudo=521)

<sup>38</sup> Para algunos de los primeros proyectos de investigación en nanotecnología en Brasil, véase: Vogt, 2002.

<sup>39</sup> En el caso de la RENAMI, esto es, en Brasil: Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Estadual de São Paulo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Del extranjero: la Universidad de Minnesota, campus de Duluth; la Universidad de Bourgogne (Francia); la Universidad de Utrecht (Holanda); France Télécom (CNET, Francia); CNRS (París, Francia); Ponto Quântico Sensores e Dosímetros Ltda.; GKSS (Alemania).

Nanoestructurados; Red de Nanotecnología Molecular y de Interfaces; Red de Nanotubos de Carbono; Red de Nanocosméticos; Red de Microscopía Electrónica; Red Investigación en Simulación y Modelaje de Nanoestructuras; Red Cooperativa de Investigación en Revestimientos Nanoestructurados; Red de Investigación de Nanoglicobiología; y Red de Nanobiomagnetismo (Martins *et al*, 2007).

Con cerca del 1% de la producción mundial del conocimiento -no de tecnología- (Pimenta, 2003), se estima que Brasil tiene un considerable potencial en nanociencias, una cuestión que ha llamado especialmente la atención de EUA y Europa y que los ha llevado a establecer, además de acuerdos de cooperación (por ejemplo el mencionado Nanoforum EU-AL), atractivos programas de becas específicamente condicionadas a actividades de investigación en nanociencia y nanotecnología a ser ejecutadas en EUA o en la Unión Europea respectivamente.

En lo que concierne a nanotecnología, la potencia del Cono Sur se limita a desarrollar aplicaciones puntuales vinculadas con productos específicos, sobre todo en nanomateriales (v.gr. nanotubos, nanopartículas, nanocatalizadores). La característica general de tal proceso es que se hace bajo esquemas de colaboración con algún actor extranjero (que financia o cofinancia la investigación), un rasgo que debe leerse como la desnacionalización *de facto* del eventual negocio, que el país podría hacer en esos nichos de innovación nanotecnológica (la mayoría relativamente de "cola" y que, además, no incluye formalmente el desarrollo de productos finales que hagan uso de tales nanomateriales).

Los ejemplos que se pueden mencionar al respecto, entre otros, son: los acuerdos entre la Universidade Federal de São Carlos con Faber-Castell (Alemania) para el desarrollo de un nuevo proceso de industrialización de grafito (Sin autor, sitio web de Faber-Castell); los del LNLS y Hewlett Packard para el desarrollo de nanocristales que potencialmente puedan usarse en ordenadores (Sin autor, *Projetos em Andamento*, 2003); o el desarrollo de nanopartículas de fosfato de aluminio para la producción de tinte blanco para pinturas de revestimiento por parte de Universidade Estadual de Campinas para la empresa Bunge Limited (Holanda) (Bueno, 2005). Asimismo, debe mencionarse la adquisición de alguna empresa nacional por parte de actores extranjeros como la división de compuestos de polipropileno de *Polibrasil*, al parecer encargada de la IyD en nanoplásticos (resinas y polímeros nanofabricados) y que fuera entregada en septiembre de 2005 a la multinacional Basell (Holanda).<sup>40</sup>

Se trata de un contexto en el que desde luego hay cierto tipo de excepciones. La IyD nanotecnológica de relevancia, en términos de su impacto en el encadenamiento productivo nacional, aunque de cola, se encuentra entre las grandes empresas estratégicas del país y no en el sector empresarial de pequeña envergadura. Aquí vale mencionar las investigaciones financiadas por Petrobrás -fuertemente penetrada por capitales extranjeros- para el desarrollo de herramienta de perforación de alto rendimiento (resistente) y de uso en condiciones de difícil acceso (Sin autor, *Jornal da Ciencia*, 2006).

Así mismo, se colocan las potenciales e inclusive más prometedoras aplicaciones nanotecnológicas vinculadas a la industria aeroespacial/satelital brasileña; así, las investigaciones realizadas en materiales nanoestructurados realizadas por el Instituto de Aeronáutica e Espaço, el Instituto de Estudos Avançados o el Centro Técnico Aeroespacial (Da Silva, 2004).

De los tres países latinoamericanos aquí en discusión, Brasil es el menos inmerso en el esquema de subordinación científica-tecnológica con el Norte; aunque no deja de estarlo. Como lo reconoce el Director Ejecutivo del *Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial*, Julio Gomes:

---

<sup>40</sup> No queda públicamente claro si la división de investigación nanotecnológica de Polibrasil en nanocomposite poliméricos fue absorbida por Basell en tal transacción o si aún está en manos de Polibrasil (esta última ahora parte de Suzano Petroquímica), (Borsato, Cintia y Attuy, 2005).

...Brasil tiene investigadores e instituciones de calidad, así como un buen récord de publicación en nanotecnología...pero [vale advertir que] mientras Brasil ha probado talento para absorber y adaptar nuevas tecnologías, también carece de innovación doméstica (Lemile, 2005).

Lo que equivale a decir que una de las grandes limitaciones del sistema científicotecnológico brasileño, además del limitado presupuesto destinado (en comparación a países de tamaño geográfica y poblacionalmente similar, como EUA) es que, en palabras de Celso Melo, ex director del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (1999-2003): "...no...[hay] una tradición de aproximar las universidades y las empresas...[lo que se refleja en las] serias dificultades en promover la innovación" (Melo, 2003). Y es que muchas veces la clase empresarial brasileña -y latinoamericana- prefiere invertir su capital en actividades de especulación financiera (en numerosas ocasiones fuera del país) que arriesgarlo en nichos innovadores cargados de incertidumbre económica.

A lo anterior debe sumarse en el caso de consolidación de pequeñas/medianas empresas nacionales competitivas, que repetidamente éstas o bien son compradas/fusionadas por sus contrapartes extranjeras en el negocio, o son devastadas en el contexto de la competencia internacional (caso del fracasado intento del sector privado de consolidarse en el negocio de los semiconductores durante la década de 1980, cuando fue virtualmente arrasado, sobre todo, por empresarios de EUA y Japón; Pimenta, 2003).

Por lo previamente abordado, resultan evidentes las limitaciones y diversos grados de subordinación de los sistemas científicotecnológicos latinoamericanos.

Aunque en el actual panorama, Brasil podría aprovechar unas cuantas oportunidades ventajosas de cara al resto de AL (por ejemplo, la de la maquila de ciertos nanomateriales), en ningún momento se podría hablar del potencial brasileño para colocarse como uno de los actores activos en la competencia intercapitalista del avance general de la nanotecnología, aun cuando tal vez podría hacerlo en alguna aplicación puntual (no nicho o área).

#### - Otros países de AL

**Cuba** es uno de los países de AL que por su capacidad en aplicaciones biotecnológicas, llama la atención por su eventual potencial en nanotecnología. Especial atención se tiene a los posibles avances cubanos en nanobiotecnología aplicada a la medicina.

Se sabe que en la Universidad de la Habana, el Centro Nacional de Investigaciones Científicas, el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas y la Universidad Central de las Villas existe cierta experiencia de investigación en temáticas relacionadas a la nanotecnología como lo son la modelación, obtención y caracterización químico-física de materiales o dispositivos nanoestructurados relativamente de baja calidad. El número de especialistas es muy reducido, inclusive si se extiende a áreas más generales como la física cuántica y molecular. El instrumental de investigación para la caracterización de nanopartículas en el Instituto de Materiales y Reactivos de la Universidad de la Habana es limitado y en general, la investigación experimental se hace en el extranjero a través de acuerdos de cooperación internacional con países como los europeos, India (que destina para su plan 2002-2007, 22.8 mdd) o China. El caso del acercamiento con ese último país se pactó en mayo de 2007 a partir del acuerdo formal de incrementar la cooperación científica sino-cubana en biotecnología, biomedicina y otras áreas como la nanotecnología y los nuevos materiales.<sup>41</sup>

En **Chile** se identifican diversos grupos involucrados en IyD en NyN como lo son: los del Instituto de Investigación y Prueba de Materiales y de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, ambos de la Universidad de Chile; los de la Facultad de Física de la Pontificia Universidad

<sup>41</sup> Consúltese: [www.nanochina.cn/english/index.php?option=content&task=view&id=800&Itemid=182](http://www.nanochina.cn/english/index.php?option=content&task=view&id=800&Itemid=182)

Católica de Chile; los del Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de Materiales; los de la Universidad Valparaíso; la Universidad Técnica Federico Santa María, entre otros.

Una de las iniciativas que contribuye de modo destacable en el fomento a la IyD es la *Iniciativa Científica Milenio* financiada por un préstamo del Banco Mundial de 1999 (*Learning and Innovation Loan*). La Iniciativa financia proyectos en NyN desde 2003 por medio del apoyo núcleos de IyD en Magnetismo Básico Aplicado (Universidad de Santiago de Chile), Óptica e Información Cuántica (Universidad de Concepción), Electrónica Industrial y Mecanotrónica (Universidad Técnica Federico Santa María) y Mecánica Cuántica Aplicada y Química Computacional (Universidad de Chile - Universidad Andrés Bello).<sup>42</sup>

En el país, la investigación está marcadamente enganchada a proyectos del exterior. Tal es el caso, además de los vínculos gestionados con EUA y México a través de la ya antes mencionada *Red Internacional de Nanociencia y Nanotecnología*, del acuerdo firmado entre la Unión Europea y Chile en septiembre de 2002 para ahondar la cooperación en IyD en áreas como la genómica, la biotecnología y las tecnologías de la información/nuevos materiales. También está el marco de colaboración entre el Consejo de Competitividad de EUA y la Fundación Chile para la creación y fortalecimiento de redes de innovación y desarrollo de CyT y que incluye investigación en ciencias de los materiales y nanotecnologías. Asimismo se puede mencionar el acuerdo entre el gobierno de Chile (Conicyt/Fondef<sup>43</sup>), diversas universidades nacionales y la Agencia de Cooperación Japonesa para la modelización de nanoestructuras y materiales avanzados desde lo que sería, a partir de octubre de 2004, el Centro Avanzado en Tecnologías de Información y Comunicación en Valparaíso de la Universidad Técnica Federico Santa María; luego re-nombrado como *Southeastern Pacific Research Institute* (SEPARI).<sup>44</sup> El SEPARI cuenta con socios empresariales clave, como SONDA, una empresa que ofrece servicios de tecnología de información e integración de sistemas cuyos accionistas principales son la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial y la estadounidense Intel.<sup>45</sup>

En **Costa Rica**, el Centro Nacional de Alta Tecnología - CENAT<sup>46</sup> (creado en 1999) coordina las actividades de investigación en materiales existentes en el país, sobre todo las realizadas en la Universidad de Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, y la Universidad Nacional. El CENAT ha sido financiado por actores extranjeros gubernamentales como las Agencias de Cooperación Internacional de EUA y España. Otros actores se sumaron a partir de la puesta en operaciones del LANOTEC, un laboratorio de investigación experimental, parte del CENAT. Puesto en marcha a fines de 2004, el LANOTEC fue financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica y la Fundación Costa Rica-Estados Unidos. El laboratorio cuenta con tecnología básica para la producción de nanotubos de carbono a escala experimental y un microscopio de fuerza atómica. Está fuertemente vinculado a la NASA de EUA y es apoyado o tiene vínculos de alguna índole con diversas empresas entre las que sobresalen, además de Intel (interesado en contratar servicios para la detección de fallos en sus productos); la alemana Henkel; las estadounidenses Alcatel, Hewlett Packard o la farmacéutica Abbot (EUA) interesada en la biodiversidad de Costa Rica y en la caracterización y análisis micro- nano-moleculares de compuestos activos. De ahí que el CENAT tenga vínculos formales con el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio; Costa Rica), ampliamente conocido por haber firmado uno de los primeros contratos de compra-venta de biodiversidad (léase biopiratería) con la multinacional Merck (véase, Delgado 2002).

De modo similar a los casos anteriores, las investigaciones en NyN en **Colombia** y **Venezuela**, están altamente atadas a proyectos del extranjero con escasa o nula vinculación a las necesidades

<sup>42</sup> [www.mideplan.cl/milenio](http://www.mideplan.cl/milenio)

<sup>43</sup> Fondef: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico. Conicyt: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Véase: [www.fondef.cl](http://www.fondef.cl)

<sup>44</sup> [www.separi.cl](http://www.separi.cl)

<sup>45</sup> [www.sonda.com/global/corporativo/acerca\\_de\\_sonda/historia/](http://www.sonda.com/global/corporativo/acerca_de_sonda/historia/)

<sup>46</sup> [www.cenat.ac.cr](http://www.cenat.ac.cr)

nacionales. Muchos de los proyectos son realizados y/o coordinados por colombianos egresados de universidades de Europa, EUA o Japón, y las investigaciones experimentales, en su gran mayoría, son realizadas en laboratorios de esas mismas casas de estudio metropolitanas.

Ejemplificando. Los experimentos de algunos nanotecnólogos colombianos de la Universidad de los Andes son realizados en la Universidad de Cambridge o en el Instituto de Tecnología de California (Caltech). La cuestión es reveladora sobre todo si se toma nota de que se trata de un grupo de especialistas vinculados a la sección colombiana del Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica (con matriz en EUA) y al “Consejo Nacional de Nanociencia y Nanotecnología” que dicho Instituto, sede Colombia, incorporó en 2005. Se trata, junto con los programas de la Universidad Nacional, tal vez de los entes más relevantes en IyD de NyN en ese país. Se identifican desde luego otros actores como la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad El Bosque, y NanoColombia, una start-up que tiene como objetivo (co)financiar y promocionar proyectos de IyD con potencial comercial de las universidades colombianas.<sup>47</sup>

Es de puntualizarse que NanoColombia es un claro ejemplo del fracaso de las políticas gubernamentales de industrialización endógena en AL pues muestra nítidamente la tendencia de la iniciativa privada latinoamericana a vincularse con las redes industriales como punto clave de y para su operatividad. En este caso estamos hablando de alianzas con actores como: la correduría McKinsey (EUA), el Colegio de Ciencia e Ingeniería a la Nanoescala de la Universidad de Albany (EUA), la Universidad de Oklahoma (EUA), el Colegio Trinity en Dublín (Irlanda), la Universidad Carnegie Mellon (EUA), el grupo de Empresarios Emprendedores de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá, entre otros más.<sup>48</sup>

En el caso de las investigaciones de ciertos colegas del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, que se restringen a la simulación computarizada de diseño de semiconductores nanoestructurados, es de señalarse que éstas forman parte de proyectos de mayor envergadura llevados a cabo por Laboratorios de Japón.<sup>49</sup> Se trata de científicos de uno de los principales entes que realizan la escasa IyD en NyN en el país junto con colegas de la Universidad Central de Venezuela (e.g. Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Centro de Investigación y Desarrollo de Biomateriales, Centro de Ciencias e Ingeniería de Nuevos Materiales y Corrosión), la Universidad de los Andes (Facultad de Ciencias) y la Universidad Simón Bolívar (e.g. Grupo de Ingeniería de Superficies). Y es que en total se estima que a nivel nacional hay unos 50 investigadores involucrados en NyN en alrededor de una decena de proyectos. Entre los vínculos de tales proyectos con actores extranjeros se registran los establecidos con la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Nagaoka (Japón), Universidad de Aachen (Alemania), el Politécnico de Torino (Italia), entre otros.

## Consideraciones finales

Si bien existe una amplia discusión sobre la “naturaleza” de la tecnología y sus posibles modalidades según tal o cual tipo de reproducción social, desde la perspectiva, lógica y dinámica del actual sistema de producción, vale señalar que, para reducir el grado de subordinación y dependencia de AL, se precisa impulsar ciclos industrializadores endógenos al tiempo que se desarrolla CyT propia con base en las necesidades y potencialidades de la región y sobre la base de su más grande riqueza: sus recursos naturales y su gente.

Para ello, y a modo de hacer contrapeso a las grandes divergencias con los centros metropolitanos, o lo que algunos han calificado como un esquema estructural de dependencia<sup>50</sup>,

<sup>47</sup> [www.nanocolombia.com](http://www.nanocolombia.com)

<sup>48</sup> Comunicación personal con Fernando Gómez Baquero, fundador y director de NanoColombia. 23 de junio de 2007.

<sup>49</sup> [www.ivic.ve/bis/bis127/Page7.htm](http://www.ivic.ve/bis/bis127/Page7.htm)

<sup>50</sup> Para una revisión de la literatura clásica sobre la teoría de la dependencia, léase: 1) Marini, 1973; 2) Dos Santos, 1968; 3) Frank, 1972; 4) Cardoso y Faletto, 1969; 5) Hinkelammert, 1970, entre otros.

parece forzoso que la región tendrá que pasar eventualmente por la integración regional en alguna(s) de sus modalidades (v.gr. coalición regional en materia de I+D, de protección diferenciada de la propiedad intelectual, de integración económico-financiera, etc). Se trata de un esquema en el que los acercamientos, acuerdos y/o alianzas con países periféricos de otros continentes, pero también con aquellos metropolitanos, figuran como acciones relevantes y necesarias siempre y cuando sean cuidadosamente reguladas.

Dicho en otras palabras, la integración latinoamericana figura como una medida posible para hacer frente con mayor fuerza y posibilidades de éxito a los lineamientos subordinantes metropolitanos. Ello incluye los que tienen que ver con el desarrollo científicotecnológico, particularmente el de vanguardia.

Con miras a ser funcional en la resolución de las necesidades regionales, la "competitividad" de AL deberá ser entendida como un proceso complejo de industrialización nacional incluyente que busque generar encadenamientos productivos endógenos verticales y horizontales por lo menos en áreas estratégicas para la soberanía y seguridad de las distintas naciones (y su gente) que integran la región. Es una concepción en la que la industrialización no debe equipararse con *desarrollo*, puesto que el primero no conlleva inevitablemente al segundo, tal como insisten en señalar erróneamente los "ideólogos de la competitividad".<sup>51</sup>

Ciclos industrializadores endógenos en AL pueden mantener las estructuras de clase actuales y, por tanto, las divergencias de distribución de la riqueza (aunque en efecto en menor medida pues uno de los requisitos de funcionalidad de tales ciclos es el estímulo al consumo interno). En este sentido, en el proceso, cada Estado nación y/o región tendrá que desarrollar sus propios mecanismos para asegurarse que tales ciclos industrializadores, en efecto, se vean reflejados en un desarrollo nacional/regional en todo el sentido de la palabra, es decir, en términos socioeconómicos, humanos, ambientales y culturales. Se trata pues, a decir de Sunkel,

...de concebir el desarrollo de otra manera. No como aspiración modernizadora estrecha de algunas elites que se apropian del aparato del Estado para imponerle su visión [e intereses] a la sociedad, sino como el producto de un conjunto de demandas de la sociedad misma que se articulan y manifiestan democráticamente en lo que podría constituir un nuevo contrato social...(Sunkel, 2006, p. 40).

Lo señalado implica en términos de la I+D en CyT, por un lado, dilucidar con detalle el estado en el que ésta se encuentra en AL, así como el contexto y modalidad del papel que juega o jugaría en el escenario regional e internacional y de cara a otros competidores. Por otro lado, nos obliga a evaluar si tales o cuáles frentes tecnológicos, como lo es la nanotecnología, son en comparación con otros y con otras medidas, mayormente útiles para resolver las necesidades más urgentes de la población. Y, de ser así, con qué riesgos, a qué costo, en qué medida y en cuáles ámbitos.

---

<sup>51</sup> Por ejemplo, el *Instituto Mexicano para la Competitividad* señala que de no lograrse grados mínimos de competitividad, "...el riesgo es caer en un rezago y estancamiento económico que provocará altos niveles de desempleo" (Becerril, 2007, p. 1). El señalamiento deja de lado aspectos de clase, de distribución de la riqueza y de los impactos del capital extranjero y su movilidad en un contexto de total desregulación, entre otros aspectos. Y es que se asume, de manera discursiva, que la competitividad -como sea que se defina y asuma- automáticamente desemboca en un crecimiento económico (medido en variables macroeconómicas fundamentalmente), el que a su vez lleva a la generación de empleo y a la distribución de la riqueza. La argumentación es claramente parcial y funcional a la clase gobernante.

## Referencias

1. A *Tribuna de Santos* (1999). Laboratorio de pesquisa LatinChip é criado para desenvolver prototipos nacionais. Cuaderno Informática.
2. *Agencias* (2004). Lucent apoyará plan de nanotecnología en Argentina. Argentina, 8 de noviembre.
3. Becerril, I. (2007). Retroceso del país en competitividad. *El Financiero*, 26 de abril de 2007.
4. Becerril, I. (2007). Reprocha Gurría el mediocre crecimiento de México. *El Financiero*, 13.
5. Bell, N. (2004). *Education and Employment in Science and Engineering: a global perspective*. Commission on Professionals in Science and Technology.
6. Borsato, C. y Attuy, G. (2005). Polibrasil, Orbys e Unicamp avancam em nanotecnologiaa. *DCI*, 1 de julio.
7. Brown, D. (2003). Nano's Path to the White House Paved UIT Experts and Acronyms. *Small Times*.
8. Brumfield, G. (2006). Consumer products leap aboard the nano bandwagon. *Nature*, Vol 440, No. 7082, 262.
9. Bueno, R. (2005). Bunge desenvolve com Unicamp pigmento especial para tintas à base de nanopartículas; mercado potencial chega a US\$5 bilhões. *Inovação*, 26 de septiembre.
10. Cardoso H. F. y Faletto, E. (1969). *Dependencia y Desarrollo en América Latina*. México: Siglo XXI.
11. Crosby, S., Stein, B., Swami, N., Murdock, S. (Eds) (2005). *Regional, State and Local Initiatives in Nanotechnology*. 16.
12. Da Silva, A. (2004). Nanotecnología: uma iniciativa recomendada para a Aeronáutica. *Air & Space Power Journal* (en Portugues), 1er Trimestre, EUA.
13. Dos Santos, T. (1968). *Imperialismo y Dependencia*. México: Era..
14. Delgado, G. C. (2007 A). El Green-Hype nanotecnológico y la desmaterialización de la economía. *El Cotidiano*, 142. Recuperado de: <http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/14211.pdf>
15. Delgado, G.C. (2007 B). Nanotecnología militar y sus implicaciones. *Revista Mexicana de Política Exterior*. No. 79-80. México.
16. Delgado, G. C. (2007 C). El paradigma económico de la nanotecnología. *Revista de Comercio Exterior*. México. Julio.
17. Delgado, G. C. (2007 D). Alcances y límites del sistema científicotecnológico chino. *CONfinés de Relaciones Internacionales*, Vol. 3, No. 5.
18. Delgado, G. C. (2006). Riesgos Ambientales de la nanotecnología: nanopartículas y nanoestructuras. *Ambientales*, 31. Recuperado de: [www.ambientico.una.ac.cr/A31.pdf](http://www.ambientico.una.ac.cr/A31.pdf)
19. Delgado, G. C. (2002). *La amenaza biológica*. México: Plaza y Janés.
20. *Diario LaU* (2005). Nanotecnología en el MERCOSUR, Argentina, 14 de septiembre.
21. *El Clarín* (2006). Fuerte inversión en nanotecnología. Ciencia - Estudio de la Revista especializada 'Nature'. Argentina, 15 de febrero.
22. Foladori, G. (2005). Nanotecnología en Argentina, corriendo tras la liebre. *EuroResidentes*, 18 de octubre.
23. Forman, D. (2006). State Rankings. *Small Times*.
24. Frank, A. G. (1972). *Lumpenbuesgía, lumpendesarrollo*. Barcelona: Laia.
25. Galán, J. (2005). Llamam a impulsar en México la micro y nanotecnología. *La Jornada*.
26. García, M.Á. (2003). La Universidad de Texas dona una supercomputadora al IPICYT. *Comunicación y Divulgación*. Recuperado de: <http://www.conacyt.mx/comunicacion/servicios/boletines/boletin04-3-DCS.htm>
27. García, M. Á. (2004). INAOE y Motorola trabajarán para establecer el laboratorio nacional de nanotecnología. *Comunicación y Divulgación*.
28. Gonçalves da Silva (2003). *O Programa Nacional de Nanotecnologia*. LNLS. Brasil, 24 de Marzo. Recuperado de: [www.lnls.br/info/programaNano\\_a.pdf](http://www.lnls.br/info/programaNano_a.pdf)
29. González Amador, R. (2005). Abre el gobierno la puerta a los experimentos con nanotecnología. *La Jornada*, 31 de julio.
30. Hinkelammert, F. (1970). *El subdesarrollo latinoamericano*. Buenos Aires: Paidós.
31. Hirst, P. y Thompson, G. (2000). *Globalization in Question*. EUA/Reino Unido: Blackwell.

32. Honorable Cámara de Diputados de la Nación (2005). Proyecto de solicitud de información al poder ejecutivo sobre proyectos de investigación financiados por centros de investigación y desarrollo vinculados a fuerzas armadas de países extranjeros. Comisión de Ciencia y Tecnología. Argentina. Disponible en:  
<http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/5.416-D.-05.htm>
33. Instituto Mexicano para la Competitividad (2007). *Situación de la Competitividad de México 2006*. México.
34. *Jornal da Ciência* (2006). Cylon Gonçalves fala de nanotecnologia. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 10 de febrero.
35. *La Nación* (2005). Argentina y Brasil se unirían en nanotecnología. Argentina, 26 de agosto.
36. Lemile, M. (2005). Brazil to invest US\$30 million in nanotech by 2006. *Science and Development Network*, 30 de agosto.
37. Lemile, M. (2005). Brazil need's public-private partnerships in nanotech. *Science and Development Network*, 19 de julio.
38. Libicki, M. (1989). *What Makes Industries Strategic*. Washington, D.C.: The Institute for National Strategic Studies, National Defense University.
39. *LNLS – Projetos em Andamento* (2003). HP Brasil e LNLS. Febrero. Recuperado en:  
[www.lnls.br](http://www.lnls.br)
40. Malsch, I. (2004). Nanotechnology in Mexico. *Volker Lieffering*.
41. Marini, R. (1973). *Dialéctica de la dependencia*. México: Era.
42. Martins, P. R., Premebida, A., Domingues, R., Braga, R (2007). *Revolução Invisível. Desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil*. Sao Paulo, Brasil. Xamá.
43. *MEMS-México* (2003). Proyecto de Tecnologías MEMS en México. Recuperado en:  
[www.mems-mexico.com/content/view/19/](http://www.mems-mexico.com/content/view/19/)
44. Melo, C. (2003). O País precisa de política clara de Estado. Não ha tempo a perder. *Inovação. Boletim Eletrônico dedicado a Inovação Tecnológica*, 14 de diciembre.
45. Ministerio da Ciência e Tecnologia (2002). *Programa Nacional de Microeletrônica – Design*. Secretaria de Política de Informática. Brasil, noviembre. Recuperado de:  
[www.mct.gov.br/cati/Programas/PNM%20Design\\_versao%20nov02.pdf](http://www.mct.gov.br/cati/Programas/PNM%20Design_versao%20nov02.pdf)
46. National Research Council (2002). *Small Wonders, Endless Frontiers. A Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington, D.C.: National Academy Press.
47. National Science and Technology Council (2003). *National Nanotechnology Initiative, research and Development Supporting the Next Industrial Revolution. Supplement to the President's FY 2004 Budget*. Committee on Technology. Washington, D.C.: Government Printing Office.
48. National Science and Technology Council (2004). *National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan*. Washington, D.C.: Government Printing Office.
49. Nordan, M. (2005). Nanotechnology: where does the US stand? Lux Research. Testimonio ante la House Committee on Sciences. EUA, 29 de junio de 2005.
50. OMPI (2006). *WIPO Patent Report. Statistics on World Wide Patent Activities*. Ginebra, Suiza,
51. PCAST (1999). PCAST Letter to the President endorsing a National Nanotechnology Initiative. EUA, 14 de diciembre. Disponible en: [www.ostp.gov/PCAST/pcastnano.html](http://www.ostp.gov/PCAST/pcastnano.html).
52. PCAST (1999). Review of Proposed National Nanotechnology Initiative. Panel on Nanotechnology. EUA, noviembre.
53. Pimenta, M. (2003). Política não deve concentrar os recursos...num só grupo, nem pulverizá-los entre todos. *Inovação*, 14 de diciembre.
54. Roco, M. y Siegel, R. (eds.) (1999). *Nanostructure Science and Technology- A Worldwide Study*. National Sciences and Technology Council. The Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology.
55. Roco, M. (2001). International Strategy for Nanotechnology Research and Development. *Journal of Nanoparticle Research, Kluwer Academic Publ., Vol. 3, No. 5-6*, 356-360.
56. Roco, M. y Bainbridge, W. (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance*. EUA: National Science Foundation.
57. Sametband, R. (2005). Ten-year nanotechnology plan proposed in Argentina. *Science and Development Network*, Londres, 27 de junio.
58. Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina (2005). Proyecto de Ley Marco para el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías. *Comisión de Ciencia y*

Tecnología. Recuperado de: <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/3.279-D.-05.htm>

59. *Small Times* (2003). Signed, sealed, delivered: nano is president's prefix of the day.

60. Sunkel, O. (2006). En busca del desarrollo perdido. *Problemas del Desarrollo*, Vol. 37, No. 147, 40.

61. University of Texas at Dallas (2005). Nobel Laureate to Give Keynote Address at US-Mexico Nanotechnology Workshop. UT Dallas and University of Guanajuato Expand Their Collaboration to Include 'Small' Science." *News Release*. Recuperado en: [www.cimat.mx/ad\\_documentos/nota\\_UTD.pdf](http://www.cimat.mx/ad_documentos/nota_UTD.pdf)

62. US House of Representatives (2003). *H.R. 766, Nanotechnology Research and Development Act of 2003*. Report No. 108-6. Committee on Science. Washington, D.C.:US Government Printing Office.

63. US House of Representatives (2003). *Nanotechnology Research and Development Act of 2003*. Report No 108-89. Committee on Science. Washington, D.C.: US Government Printing Office.

64. US Senate (2002). *Assessment of the National Nanotechnology Initiative. Statement of Samuel I. Stupp*. Washington, D.C.: Subcommittee on Science, Technology and Space. Committee on Commerce, Science and Transportation.

65. US Senate (2003). *21st century Nanotechnology Research and Development Act Report*. 108vo Congreso. Report 108-147. Committee on Commerce, Science, and Transportation. Washington, D.C.:US Government Printing Office.

66. US Congress (2003). *21st Century Nanotechnology Research and Development Act*. Public Law 108-153. Washington, D.C.

67. US Congress (2002). *Bob Stump National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2003*. Public Law 107-314, Sección 246. Washington, D.C.

68. Vogt, C.(2002). Admirable Nano-Mundo-Novo. *Conciencia*, No. 37.

69. Wyden, R. (2002). Wyden chairs First Senate Nanotechnology Hearing. *News Release*. Washington, D.C.: US Senate Committee on Commerce Science and Technology.

### Páginas electrónicas consultadas

[www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/](http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/)

[www.nanophase.com](http://www.nanophase.com)

[www.ostp.gov/PCAST/pcast.html](http://www.ostp.gov/PCAST/pcast.html)

[www.ostp.gov/PCAST/membership2.html](http://www.ostp.gov/PCAST/membership2.html)

[www.nanotech-now.com/government.htm](http://www.nanotech-now.com/government.htm)

[www.ncn.purdue.edu](http://www.ncn.purdue.edu)

[www.nanohub.org](http://www.nanohub.org)

[www.nano.gov/html/centers/nnicenters.html](http://www.nano.gov/html/centers/nnicenters.html)

[http://nano.cancer.gov/funding/nanotech\\_centers\\_of\\_excellence.asp](http://nano.cancer.gov/funding/nanotech_centers_of_excellence.asp)

[www.imco.org.mx](http://www.imco.org.mx)

[www.nano.unam.mx](http://www.nano.unam.mx)

[www.conacyt.mx/coop\\_internacional/Convocatoria-CONACYT-UT-AUSTIN-2005.html](http://www.conacyt.mx/coop_internacional/Convocatoria-CONACYT-UT-AUSTIN-2005.html)

[www.uv.mx/boletines/banner/vertical/octubre05/241005/utexas.htm](http://www.uv.mx/boletines/banner/vertical/octubre05/241005/utexas.htm)

[www.transparencia.cimav.edu.mx/pdfs/Resultados2004.pdf](http://www.transparencia.cimav.edu.mx/pdfs/Resultados2004.pdf)

[www.mesaplustwente.nl/Links/nanoforum.eu/](http://www.mesaplustwente.nl/Links/nanoforum.eu/)

[\[castell.com.br/docs/defaultnews.asp?id=20015&sp=P&m1=17466&m2=18240&m3=19592&m4=20015&m5=&domid=1010\]\(http://castell.com.br/docs/defaultnews.asp?id=20015&sp=P&m1=17466&m2=18240&m3=19592&m4=20015&m5=&domid=1010\)](http://www.faber-</a></p></div><div data-bbox=)

[www.lnls.br/principal.asp?idioma=1&conteudo=521](http://www.lnls.br/principal.asp?idioma=1&conteudo=521)

[www.nanochina.cn/english/index.php?option=content&task=view&id=800&Itemid=182](http://www.nanochina.cn/english/index.php?option=content&task=view&id=800&Itemid=182)

[www.mideplan.cl/milenio](http://www.mideplan.cl/milenio)

[www.sonda.com/global/corporativo/acerca\\_de\\_sonda/historia/](http://www.sonda.com/global/corporativo/acerca_de_sonda/historia/)

[www.cenat.ac.cr](http://www.cenat.ac.cr)

[www.nanocolombia.com](http://www.nanocolombia.com)

[www.ivic.ve/bis/bis127/Page7.htm](http://www.ivic.ve/bis/bis127/Page7.htm)