

Cluster nanotecnológico en Nuevo León, México. Reflexiones de pertinencia social

Edgar Zayago Lau*

Introducción

Varios países desarrollados y en vías de desarrollo impulsan la nanotecnología como una herramienta para incrementar la competitividad de las empresas. El caso de México no es diferente. Desde 2008 se construye en el estado de Nuevo León un *cluster* especializado en nanotecnología, como parte de un parque de alta tecnología, que agrupa a centros de investigación, universidades, agencias de gobierno y empresas. Este capítulo tiene el objetivo de dar seguimiento a esta plataforma y reflexionar sobre algunas cuestiones sociales frente a tal desarrollo. En la primera sección seguimos la evolución de la política científico-tecnológica del país. Después ilustramos cómo el marco normativo ha cambiado para apostar por la privatización del conocimiento científico e incrementar la competitividad de las empresas. Esto se refleja en la visión que mueve el *cluster* en nanotecnología, lo cual ilustramos en la tercera parte. En la cuarta sección reflexionamos sobre algunas cuestiones claves y de pertinencia social que, creemos, no deben ignorarse.

Recuento de la plataforma científico-tecnológica en México

La política mexicana en ciencia y tecnología cyT se ha intentado coordinar con el sector empresarial, aunque los esquemas han variado en cada sexenio. El Estado intentó vincular la cyT con la producción y el consumo en un

* Investigador de la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas. Miembro de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS). E-mail: zayagolau@gmail.com

principio, pero en los últimos años éste ha compartido la responsabilidad con empresas, universidades y centros de investigación, y ha utilizado al mercado para transferir a la sociedad los posibles beneficios tecnológicos.¹

En 1935 se dieron los primeros pasos para implementar una plataforma de cyt en México. Lázaro Cárdenas (1934-1940) impulsó una política con visión nacionalista que daba preferencia a las necesidades socioeconómicas del país. La plataforma científico-tecnológica circunscribía aspectos relacionados con la salud, el empleo y el bienestar de la población, y fomentaba el desarrollo de tecnologías nacionales vía la estrategia de industrialización mediante sustitución de importaciones (ISI) (Casas, 2005). El modelo ISI consolidó al sector manufacturero básico en México (Aboites y Soria, 1998; Katz, 1994; Martínez, 1998) y fortaleció a las industrias electrodomésticas, automovilísticas y químicas que vigorizaron el mercado interno (Rocha y López, 2003).²

El presidente Manuel Ávila Camacho (1940-1946) institucionalizó el diseño de la política en cyt al crear la Comisión Impulsora y Coordinadora de Investigación Científica (CICIC).³ Este organismo continuó la política cardenista de vincular la investigación con los problemas de salud, agricultura e industria (Hernández, 2002). En 1950 se crea el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC) que se convirtió en el principal órgano de consulta del presidente en la materia y en la principal fuente de becas para estudiantes (Peña, 2007). Posteriormente, el INIC creó la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES) para vincular el desarrollo de la ciencia a los órganos de educación superior. Sin embargo, tanto el INIC como la CICIC fueron desmantelados al término de la década de los sesenta, ya que no obtuvieron los resultados esperados en términos de nuevos desarrollos tecnológicos (Guiascón y Gustavo, 2009).

Esta experiencia motivó a un diagnóstico para dar cuenta del estado de la cyt y analizar el vínculo con el sector productivo. El estudio sugirió crear una institución que organizara las actividades científico-tecnológicas del país para encauzarlas hacia la industria. El 29 de diciembre de 1970 se publica el marco legal que da origen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

¹ Para la corrientes económicas de la tecnología conocidas como evolucionistas o neoschumpeterianas el conocimiento surge de la triple hélice o *circulo virtuoso de la innovación*, es decir, de la interacción entre el gobierno, la industria y la universidad (Etzkowitz y Leydesdorff, 2001). Existen otros actores relevantes que también moldean el desarrollo de nuevas tecnologías, tales como los organismos no gubernamentales, los sindicatos y las agrupaciones de consumidores (véase Foladori e Invernizzi, 2008; Foladori y Zayago, 2010).

² Hay que señalar que el petróleo jugó un papel importante en el proceso de industrialización endógeno en esos años.

³ Este organismo impulsó, especialmente, la investigación en ciencias matemáticas, física y biología con el objeto de priorizar necesidades nacionales.

(Conacyt) que define sus objetivos: promover, coordinar y evaluar la política de cyT en México (DOF, 1970).

La crisis económica de 1982 demandó un cambio en la política de desarrollo dirigida por el Estado. El gobierno de Miguel de la Madrid (1982-1988) juzgó culpable al modelo ISI por la falta de crecimiento y productividad, y determinó que la cyT debería regirse por mecanismos de mercado. En consecuencia, se creó una plataforma científica fiscalmente viable y el manejo de la cyT dejó de ser exclusiva del Estado (Rocha y López, 2003: 114). Para preparar el retiro del Estado de la rectoría de la política de cyT se establecieron tres estrategias: 1) crear un fondo para promover el desarrollo de la investigación científica; 2) organizar las relaciones entre universidades, centros de investigación y empresas; y 3) descentralizar los posgrados y la investigación científica-tecnológica (Guiascón y Gustavo, 2009: 51).

En el gobierno de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) la apertura económica, la desregulación financiera, la privatización masiva de empresas paraestatales y la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) dieron fin al modelo ISI y a la participación exclusiva del Estado en el diseño de la política en cyT. Cambios normativos acompañaron esta visión. En 1991, por ejemplo, se diseñó la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial para proteger procesos, productos y desarrollos de empresas nacionales y extranjeras en territorio nacional (Rocha y López, 2003: 114), y se cambió el marco legal en materia de protección de propiedad industrial para garantizar la ganancia monopólica en innovación por 20 años, como lo legisla el marco internacional. También se implementó el Programa de Ciencia y Modernización Tecnológica, para coadyuvar en la generación de actividades tecnológicas y promover la competitividad de las empresas.⁴ Este programa otorgó crédito a empresas o centros de investigación que innovaran o desarrollaran nuevas tecnologías y marcó el inicio de la privatización del conocimiento científico y tecnológico. Asimismo, el gobierno abrió un proceso para privatizar las empresas, aun aquellas que recibían fondos de cyT. Hoshino (1996) notaba que en 1982 existían 1,155 empresas paraestatales; cuando actualmente sólo existen 150, aunque en realidad las únicas con presencia en el mercado mundial son dos: Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (directorio.gob.mx, 2010).

⁴María y Campos denota que este programa “partió del principio de que gran parte del progreso tecnológico en los países de mayor desarrollo proviene del esfuerzo del sector productivo privado” (2002: 38). También Chavero *et. al.* (1997: 51) establecen que “este programa muestra un cambio en la apertura hacia el financiamiento de la investigación científico tecnológica por parte de organismos y empresas privadas con el fin de lograr un uso adecuado del conocimiento obtenido en la investigación”.

En el sexenio de Ernesto Zedillo (1994-2000) los programas cambiaron pero se mantuvo la tendencia a vincular el desarrollo de cyT al sector privado. En 1994, México entró a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y solicitó a dicho organismo una evaluación sobre el sistema científico-tecnológico. La OCDE recomendó varias acciones para crear una industria tecnológicamente competitiva, entre ellas: la creación de una institución que controlara toda la cyT, la elaboración de una política en cyT vinculada a las demandas de la empresa, la búsqueda de financiamiento externo y la reestructuración del Conacyt (OCDE, 1994).

Las recomendaciones de la OCDE se fueron siguiendo al pie de la letra. En 1997, México solicitó 700 millones de dólares al Banco Mundial (BM) para financiar la investigación científica y tecnológica, vincular la universidad con la empresa, reestructurar los centros públicos de investigación y mejorar la tecnología del sector privado (World Bank, 1998). Durante el mandato presidencial de Vicente Fox (2000-2006) las demás recomendaciones de la OCDE fueron cumplidas. En 2002 se promulgó la Ley de Ciencia y Tecnología que creó el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (CGICDT).⁵ Esta ley colocó al Conacyt al frente de la cyT del país y fundó el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT).⁶ La Ley Orgánica del Conacyt, publicada también en 2002, otorgó mayor autonomía a este organismo al independizarlo de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Además, en 2003, el gobierno mexicano creó un programa de incentivos fiscales a las compañías que invirtieran en cyT (Parada, 2009). Todo este marco legal y normativo intensificó la tendencia a la privatización del conocimiento científico y tecnológico.

Marco normativo actual: hacia la privatización de la cyT

La política actual de cyT en México pretende ser un complemento a la serie de políticas que promueven la competitividad de las empresas, como lo muestran los procedimientos y planes más recientes. Existen, sin embargo, algunos lineamientos formales que colocan a los problemas nacionales como objeto de la política de cyT. Uno de ellos es el Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación (PECYTI) 2008-2012 que en la página 18 establece:

⁵El CGICDT “es el órgano de política y coordinación encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en general en el país” (FCCYT, 2010: s/l).

⁶El FCCYT está encargado de llevar al CGICDT las expresiones de las comunidades científica, académica, tecnológica y productiva para formular política pública en cyT.

El fin último de los programas de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación es contribuir a elevar la calidad de vida, mejorar el empleo y reducir la pobreza mediante la elevación de la productividad y la competitividad. De ese modo, la evaluación de los resultados producidos por los recursos públicos invertidos en ciencia, tecnología e innovación, debe estar asociada a su impacto económico y social.

Si bien el pronunciamiento a favor de usar la CyT para mejorar la calidad de vida de la población y reducir la pobreza es meritorio, los medios para hacerlo, mediante el incremento de la competitividad y productividad, pueden resultar imprecisos. México es un caso representativo de la desarticulación entre competitividad, inequidad y reducción de pobreza, ya que desde la mitad de los años ochenta hasta la mitad de los noventa la competitividad se incrementó significativamente, pero también la inequidad y la pobreza, con el coeficiente de Gini pasando de 0.49 a 0.55 respectivamente (Delgado Wise e Invernizzi, 2002). González Casanova (2001: 127) señala que pese a que México es un país con el mayor crecimiento en el número de multimillonarios, también tiene el mayor crecimiento en el número de personas viviendo en pobreza. Otros estudios sugieren que el aumento de la competitividad y productividad, mediante nuevas tecnologías y maquinaria, no necesariamente mejoran las condiciones de vida de los trabajadores, ni tampoco los salarios (Sotelo, 1998; ILO, 2008; Figari y Alves, 2009).⁷ A pesar de lo anterior, la política de CyT en México ha seguido la sombra del incremento de la competitividad empresarial como receta de crecimiento económico y desarrollo.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 marca cinco ejes rectores para promover el crecimiento económico del país; uno de ellos es desarrollar una *economía competitiva y generadora de empleos* (PND, 2007) y la CyT es, presumiblemente, una herramienta importante para lograr tal objetivo. La Ley de Ciencia y Tecnología se publicó en 2002, y en ésta quedó explícita la orientación de la CyT para impulsar la competitividad de las empresas, como lo ilustra el siguiente párrafo de la mencionada ley:

[El propósito es] Fomentar el desarrollo tecnológico y la innovación de las empresas nacionales que desarrollen sus actividades en territorio nacional, en particular en aquellos sectores en los que existen condiciones para generar nuevas tecnologías y lograr mayor competitividad. [Además se toma como política de Estado] Incorporar el desarrollo tecnológico y la innovación a los procesos productivos y de servicios para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional (DOF, 2009: 1).

⁷Para una explicación más amplia véase el capítulo de Invernizzi y Foladori en este libro.

El PECyTI 2008-2012 representa el eje rector de la política de cyT en el mediano plazo y para diseñarlo se llevó a cabo una consulta pública. En ella participaron las secretarías de Estado, la OCDE, los consejos estatales de cyT, la comunidad científica-tecnológica, la ANUIES, la Academia Mexicana de Ciencias, las empresas y organismos empresariales, y el FCCyT. Quedaron fuera otros actores que hubieran abonado a detallar las prioridades sociales, como sindicatos, organismos no gubernamentales, asociaciones campesinas y grupos indígenas.⁸

La creación de programas es importante, pero estos deben acompañarse con financiamiento para tener un impacto. La cyT en México no ha tenido inversión suficiente. El gasto destinado a la Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), como porcentaje del producto interno bruto (PIB) ha sido, desde varias décadas, menor a 0.50 por ciento, aunque la OCDE recomienda que éste debe ser, al menos, de 1 por ciento.⁹ No obstante, la participación del sector privado en el GIDE aumentó después de implementar las recomendaciones de la OCDE: ésta pasó de 14 por ciento en 1993, a 41 por ciento en 2005 (Dutrenit y Vera-Cruz, 2009).

El FCCyT publicó un catálogo de programas que facilitan el vínculo de la investigación y desarrollo (IyD) con el sector privado. Hay 40 programas que son parte del catálogo; 21 están enfocados a la cyT, y de estos, 16 son administrados por el Conacyt y 5 por la Secretaría de Economía. Aunque el FCCyT argumenta que cualquier sector social o civil puede participar en los esquemas, la realidad muestra que existen 33 de éstos dirigidos al sector empresarial y sólo ocho al sector social (FCCyT, 2010: 17).¹⁰

La Ley de Ciencia y Tecnología se modificó para complementar la tendencia a la privatización del conocimiento científico. Por ejemplo, los Centros Públicos de Investigación (CPIs), que son entidades paraestatales de la administración pública, deberán promover:

la conformación de asociaciones estratégicas, alianzas tecnológicas, consorcios, unidades de vinculación y transferencia de conocimiento, nuevas empresas

⁸El FCCyT contempló la organización de foros en los estados y en algunos de ellos, como en el de Zacatecas, los sindicatos fueron considerados.

⁹El GIDE es un indicador creado por la OCDE para medir las actividades relacionadas con la IyD; esencialmente, éstas son tres: *la investigación básica*, que genera nuevo conocimiento a nivel teórico; *la investigación aplicada*, que consiste en investigación dirigida hacia un objetivo práctico; y *el desarrollo experimental*, que usa el conocimiento en la producción de nuevos materiales, productos, dispositivos y mejoras de sistemas existentes (OCDE, 2002: 30). El GIDE tiene cinco fuentes de financiamiento: el sector productivo, los organismos de gobierno, las instituciones de educación superior, instituciones privadas no lucrativas y los agentes externos.

¹⁰El total de programas del FEyV es de 40, pero algunos de ellos ofrecen apoyo a más de un sector. De ahí que la suma no coincida con el total.

de base tecnológica, y redes regionales de innovación en las cuales se procurará la incorporación de desarrollos tecnológicos e innovaciones realizadas en dichos centros, así como de los investigadores formados en ellos[...]

[Los CPIS, además, aprobarán y establecerán]

- I. Los lineamientos y condiciones básicas de las asociaciones, alianzas, consorcios, unidades, redes o nuevas empresas que conlleven la participación del centro, con aportación en el capital social de las empresas de que se trate, y
- II. Los términos y requisitos para la incorporación y participación del personal del centro en las asociaciones, alianzas, consorcios, unidades, redes o nuevas empresas de que se trate (DOF, 2009: 28).

Los CPIS deben, además, facilitar la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a las empresas. Para ello, se otorgará hasta 70 por ciento de las regalías por derecho de propiedad intelectual a los investigadores que desarrollen aplicaciones comerciales (DOF, 2009: 28).

El incremento de la participación del sector privado en el GIDE, los programas del FCCyT conectados al sector privado y el incentivo a la comercialización del conocimiento científico de los CPIS integran un marco que favorece el desarrollo de cyT acorde a los intereses de las empresas.

El *cluster* nanotecnológico en Nuevo León

México, después de Brasil, es uno de los líderes en Latinoamérica en nanotecnología de acuerdo al número de instituciones realizando investigación, infraestructura, publicaciones científicas, convenios internacionales y recursos humanos (Foladori, 2006; OEI, 2007). México no tiene una política o iniciativa nacional en nanotecnología, pero existen pronunciamientos en documentos oficiales que ponen a esta tecnología como estratégica para incrementar la competitividad y, consecuentemente, mejorar la calidad de vida de la sociedad (PECyTI, 2008: 36).

El gobierno, las universidades y las empresas están agrupados en varios parques industriales en el país para impulsar el desarrollo de la nanotecnología. Uno de ellos es el *Silicon Border Development Park*, que se erige en la frontera entre Mexicali y San Diego, y que se expone como el primer parque de alta tecnología en América especializado en nanocomponentes (silicon-border, s/f). Otro parque importante está ubicado en Puebla, donde se construyó el Laboratorio Nacional de Nanoelectrónica (LNN). La compañía transnacional Motorola donó al LNN una línea de producción de dispositivos y circuitos integrados, y se espera que éste manufacture semiconductores, sen-

sores y sistemas nano/micro electromecánicos (MEMS/NEMS) para las empresas del área (INAOE, s/f).

Un parque que sobresale es el ubicado en la ciudad de Monterrey, en el estado de Nuevo León, el denominado Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT). Este parque forma parte del proyecto “Monterrey ciudad internacional del conocimiento”, que busca convertir al estado en uno de los más competitivos a nivel mundial de mano de las empresas, la academia y el gobierno (MTYCIC, s/f). Los objetivos del PIIT incluyen: 1) promover la investigación aplicada y la innovación; 2) vincular la CyT a las necesidades del mercado y las empresas; 3) usar y desarrollar el capital intelectual de Nuevo León; y 4) promover la incubación de empresas basadas en la innovación. El PIIT está construido en una superficie de 175 acres y cuenta con una inversión de 100 millones de dólares para infraestructura y 150 millones de dólares para equipo; además, tiene dos incubadoras especializadas en tecnologías emergentes: una para biotecnología y otra para nanotecnología. El parque busca potenciar la estructura de la “triple hélice” en Nuevo León, pues cuenta con un sector industrial que produce 11 por ciento del total de manufacturas del país, equivalente a 12 mil millones de dólares; también tiene 93 instituciones de educación superior, entre colegios técnicos y universidades, y un compromiso de agencias gubernamentales para apoyar la CyT de la región (Parada, 2009).¹¹ El PIIT hospeda otros *clusters* especializados en tecnología aeroespacial, biotecnología, software y tecnología automotriz. En este capítulo nos interesa analizar el *cluster* de nanotecnología de Nuevo León (CNNL).

El CNNL tiene como objetivos desarrollar recursos humanos especializados, crear nuevos negocios con aplicaciones en nanotecnología, atraer financiamiento e impulsar la productividad y competitividad regional (González, 2010). El CNNL abrió sus puertas en junio de 2008 e inició con 16 miembros. La membresía se amplió significativamente y en 2010 suman 28 miembros instalados.

Hay representantes del gobierno federal y estatal. El CONACYT, del ámbito federal, está presente con los diferentes programas de financiamiento; el gobierno de Nuevo León, con el Instituto de Innovación y Transferencia Tecnológica (I2T2) y la Secretaría de Desarrollo Económico. El sector académico tiene presencia con el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados (CIMA).

¹¹ La visión del PIIT para 2025 incluye: 1) incrementar el PIB per cápita de \$15 975 a \$35 000 para 2020; 2) convertir a Nuevo León en una de las 25 regiones más competitivas del mundo; 3) convertirse en un sistema de educación, innovación e investigación de clase mundial; y 4) demostrar a la población la importancia de la educación, el conocimiento, la investigación y desarrollo (I+D) e innovación en sus vidas (Parada, 2009).

zados (CIMAV),¹² que coordina el *cluster*; el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); la Universidad Autónoma de Nuevo León; la Universidad de Monterrey (UdeM); el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN); varios subcentros de los CPIS Conacyt, como el Centro de Investigaciones en Química Aplicada (CIQA); el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI); y, universidades extranjeras como la Universidad Estatal de Arizona (ASU); la Universidad de Texas-Austin (UT-Austin) y la Universidad de Texas (A&M). También hay 18 empresas: Proleg (GE), Nanomateriales, Whirlpool, CopaMex, Vitro, Cydsa, Sigma, Cemex, Iza VentureCapital, Lamosa, Viakable, Univex, Grupo Simplex, Industrias Vago, Verzatec y Owens Corning (clusternano.org, 2010). El CNNL vislumbra tener, en 2015, 100 empresas en nanotecnología que compitan a nivel global (González, 2010).

Actualmente existen 48 proyectos de vinculación en diferentes etapas de desarrollo, 35 de ellos tienen la categoría de “proyectos insignia”, es decir, con interés prioritario. Estos se enfocan en tres áreas: nanoestructuras como refuerzo en materiales metálicos, nanoestructuras para refuerzos de materiales poliméricos y recubrimientos nanoestructurados funcionales. Algunos desarrollos han pasado por el ciclo de vinculación completo y están por insertarse a los procesos productivos. El CIMAV, por ejemplo, tiene ocho proyectos de vinculación con diferentes empresas nacionales y extranjeras, aunque no todos tratan con nanotecnología (González, 2010).

En 2009 se inauguró en el CNNL una incubadora de negocios nanotecnológicos cuyo objetivo es trasladar los productos al mercado en escala industrial. La incubadora tuvo un financiamiento de 61 millones de pesos para comprar equipo y construir infraestructura. Tiene el objetivo de aprovechar el potencial del mercado regional, pues éste se estima en más de 40 millones de dólares anuales y, presumiblemente, generará empleos de alto valor (clusternano.org, 2010).¹³ Existen otras incubadoras de negocios tecnológicos en el PIIT que también pueden financiar proyectos en nanotecnología, por ejemplo: la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del Tecnológico de Monterrey, el IC2 Austin Incubator Center de la UT-Austin, la Aceleradora de Negocios EGADE y la incubadora TechBA de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC). El Fondo Nuevo León para la Innovación

¹² El CIMAV, ubicado en Chihuahua, es sede, desde 2008, del Laboratorio Nacional de Nanotecnología (NANOTECH) y, desde 2009, Punto Nacional de Contacto Sectorial en Nanotecnología. El Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) es sede del otro Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN).

¹³ De acuerdo al doctor Jaime Parada, director general del I2T2, el PIIT generará aproximadamente 3 500 empleos entre ingenieros e investigadores (Parada, 2009).

(FONLIN) pretende conectar las iniciativas en cyT con aplicaciones comerciales que generen nuevos negocios. El FONLIN no sólo cubre proyectos en nanotecnología, también provee financiamiento semilla a iniciativas vinculadas con otras tecnologías. Este fondo inició con 100 millones de pesos. Los principales aportes provinieron del gobierno de Nuevo León, el CONACYT, la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa A.C. (FUNTEC). Se espera que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y otras instituciones apoyen las iniciativas, y está previsto financiar a cada proyecto hasta por dos millones de pesos (cluster-nano.org, 2010).

Además, como parte del paquete de vinculación del CNNL, se creó una maestría en Comercialización de Ciencia y Tecnología que es promovida mediante un convenio entre la UT-Austin, el CONACYT y el CIMAV. La maestría tiene una duración de un año y se imparte en las instalaciones del instituto IC2 de la UT-Austin en el CNNL. El programa forma expertos en la comercialización de tecnología e innovación y se espera que algunos de los egresados trabajen en las empresas o centros del *cluster*.

Este *cluster* se inserta en la plataforma científico-tecnológica que se adaptó para orientarse al desarrollo productivo empresarial, y en el marco normativo, que viabilizó la privatización del conocimiento científico. El CNNL, pues, es un ejemplo de la vinculación de la “triple hélice” en la innovación, pero habrá que ver si dicha configuración puede generalizar el beneficio a los diferentes sectores sociales de esa región.

Implicaciones sociales frente al CNNL

El papel de la cyT en el desarrollo de México ha cambiado a partir de las diferentes visiones del gobierno. La política científica actual, que está vinculada al sector privado y al mercado, moldea el desarrollo de la cyT en México. El CNNL también se enmarca en esta visión, lo que invita a reflexionar sobre algunas implicaciones sociales respecto a este desarrollo.

- *Relevancia para los más desprotegidos.* El objetivo de la plataforma científico-tecnológica de México ha cambiado en los sexenios; pasó de priorizar las necesidades en salud, agricultura e industria a responder a las necesidades del mercado y la competitividad del sector privado. El GIDE, aunque insuficiente, ha tenido el incremento de la participación privada. Además, existen programas, leyes e incentivos fiscales que pueden subordinar la cyT al interés de las empresas y privatizar el

conocimiento científico. La estructura del CNNL, al parecer, se mueve en esa dirección. El mercado media las relaciones entre las empresas y la sociedad, transfiere los productos y servicios al consumidor para satisfacer determinadas necesidades y determina la orientación productiva de las empresas. Existen, al mismo tiempo, presiones de la competencia y motivos, vinculados a la búsqueda de ganancia, que moldean la perspectiva productiva y que no necesariamente se vinculan con las necesidades de los más de 54.8 millones de pobres en México.¹⁴ ¿Qué pertinencia de desarrollo social tendrá el CNNL enmarcado en esta dinámica?

- *Duplicidad de esfuerzos.* En México existen otros parques de alta tecnología y varias instituciones competentes trabajando con nanotecnología. Sin embargo, no hay una iniciativa nacional en nanotecnología que especifique áreas prioritarias de investigación, objetivos y metas comunes o sectores estratégicos a impulsar; ¿se traducirá esto en un problema por duplicación de esfuerzos? La falta de política pública específica: ¿podrá generar un esquema de intercompetencia entre *clusters* de nanotecnología que genere ganadores y perdedores, o pérdidas económicas y sociales?
- *Oferta de capital humano.* La educación en México tiende a ser deficiente, principalmente en el nivel básico y medio superior. Según la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) 2010, en primaria, más de 60 por ciento de los alumnos obtuvo el nivel de “insuficiente” y “elemental” en matemáticas y español; para los alumnos de secundaria la condición de insuficiente rebasa 80 por ciento (Carmona y Pavón, 2010). En nivel bachillerato o medio superior, la perspectiva es similar: cinco de cada diez estudiantes no comprenden lo que leen y ocho de cada diez no saben multiplicar ni dividir (e-consulta, 2009). Un área como la nanotecnología requiere de personal preparado en las ciencias naturales e ingenierías ¿de dónde provendrán los recursos humanos calificados que necesitan desarrollos como el CNNL?, ¿cómo satisfacer este requerimiento en México si muchos de sus jóvenes no conocen siquiera matemáticas básicas?
- *Impacto laboral.* El CNNL promete generar empleos de alto valor. Empero, existen estudios que ilustran cómo la tecnificación de la producción significa precarización laboral e incremento del desempleo (Sotelo, 1998; ILO, 2008; Figari y Alves, 2009). Además, con siete millones de

¹⁴De acuerdo al BM el número de pobres en México pasó de 50.6 millones en 2008 a 54.8 millones en 2009 (referido en CNN, 2010).

jóvenes que ni estudian ni trabajan (“ninis”) (*Milenio*, 2010), ¿qué pertinencia social representa el desarrollo de *clusters* nanotecnológicos que demandarán sólo un porcentaje menor de mano de obra altamente especializada? ¿Qué impacto tendrán los productos nanotecnológicos, más eficientes y con características multifuncionales en la creación de nuevas plazas de trabajo en México?

- *Laguna temática en discusiones*. En México no existe discusión sobre los impactos sociales, legales, laborales y sobre el medio ambiente y la salud de la nanotecnología. El diseño de los programas en cyT recae sobre las empresas, el gobierno y la academia. Hay otros actores sociales que también deben de participar en el diseño de la política tecnológica y en un plan nacional de nanotecnología, pues son estos actores los que han influido en la trayectoria de desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial (Foladori y Zayago, 2010).

Estas reflexiones buscan motivar el dialogo sobre aspectos que no han sido considerados por los actores que actualmente participan en el CNNL y en el desarrollo de la nanotecnología en México. No se trata de imponer una agenda de discusión, habrá muchos otros temas que no se tocan; más bien, tratamos de crear puentes de comunicación entre las ciencias naturales e ingenierías y las ciencias sociales.

Bibliografía

- ABOITES, J. y M. Soria (1998), *Innovación, propiedad intelectual y estrategias tecnológicas: La experiencia de la economía mexicana*, México, Siglo XXI-UAM.
- Banco Mundial (BM) (1998), Project Appraisal Document on a Proposed Loan in the Amount of US\$300 Million to Mexico for a Knowledge and Innovation Project, Washington D.C., Banco Mundial.
- CASAS, R. (2005), “El Estado y la política de la ciencia en México”, *Cuadernos de investigación social*, núm. 11, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
- CARMONA, R. y M. Pavon (2010), “Enlace 2010: sin mejoría educativa”, *El Universal*, 4 de septiembre de 2010. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/editoriales/49736.html>
- CHAVERO, A., M. Chávez y M. L. Rodríguez (1997), *Vinculación: universidad, Estado, producción. El caso de los posgrados en México*, México, Siglo XXI.
- CNN (2010), “En México 43 por ciento de jóvenes padecen algún tipo de pobreza”, *CNN*, 11 de agosto de 2010. Disponible en: <http://mexico.cnn.com/nacional/2010/08/11/en-mexico-43-de-los-jovenes-padecen-varios-tipos-de-pobreza>

- Clusternano.org (2010), “Cluster de nanotecnología de Nuevo León”. Disponible en: www.clusternano.org
- DELGADO WISE, R. y N. Invernizzi (2002), “México y Corea del Sur: Claroscuros del crecimiento exportador en el contexto del globalismo neoliberal”, *Aportes. Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, vol. II, núms. 2, 4, pp. 63-86.
- Diario Oficial de la Federación* (DOF) (2009), “Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología”, junio de 2009. Disponible en: <http://dof.gob.mx/index.php?year=2009&month=06&day=12>
- _____ (1970), “Ley que crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología”, diciembre de 1970.
- Directorio del Gobierno Federal (2010), “Entidades paraestatales y organismos descentralizados”. Disponible en: <http://directorio.gob.mx/comunicacionsocial.php?categoria=3>
- DUTRENT, G. y A. Vera-Cruz (2009), “Innovation Policy and Incentives Structure: Learning from the Mexican case”, en W. Drechsler, R. Kattel, y E. Reinert (eds.), *Techno Economic Paradigms, Séáis in the Honour of Carlota Perez*, London, Anthem Press.
- ETZKOWITZ, H. y L. Leydesdorff (2001), “The Transformation of University-Industry-Government Relations”, *Electronic Journal of Sociology*, vol. 5, núm. 4, pp. 101-117.
- e-consulta (2009, septiembre 10), “Ocho de cada diez egresados de bachillerato no saben leer ni escribir”. Disponible en: http://www.e-consulta.com/index.php?option=com_content&task=view&id=35464&Itemid=181
- FIGARI, C. y G. Alves (2009), *La precarización del trabajo en América Latina*, San Paulo, Praxis.
- FOLADORI, G. (2006), “Nanotechnology in Latin America at the Crossroads”, *Nanotechnology Law & Business Journal*, vol. 3, núm. 2, pp. 205-216.
- _____ y N. Invernizzi (2008), “The Workers’ Push to Democratize Nanotechnology”, en Erik Fisher, Cynthia Selin y Jameson M. Wetmore (eds.), *The Yearbook of Nanotechnology in Society*, vol 1: *Presenting Futures*.
- _____ y E. Zayago Lau (2011), “Las nanotecnologías y los sistemas nacionales de innovación”, en Humberto Márquez, Roberto Soto y Edgar Zayago Lau (eds.), *Visiones del desarrollo*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) (2010), *Programas para el Fomento Empresarial y la Vinculación 2010*, México, FCCyT.

- GONZÁLEZ CASANOVA, P. (2001), *La universidad necesaria en el siglo XXI*, México, Era.
- GONZÁLEZ, J. (2010, noviembre 16), “Desarrollo de un cluster. La experiencia del cluster de nanotecnología de Nuevo León”, presentación en Power Point hecha en el Simposio de nanociencia y nanotecnología en la UAM-X, México.
- GUIASCÓN, R. y O. Gustavo (2009), “La institucionalización de la investigación en México, breve cronología”, *Ciencias*, núm. 94, pp. 46-51.
- HERNÁNDEZ, R. (2002), “La política de la ciencia y de la tecnología en México, la educación científico-técnica y la formación de recursos humanos”, *Aportes*, vol. 7 núm. 20, pp. 87-94.
- HOSHINO, T. (1996), “Privatization of Mexico’s Public Enterprises and the Re-structuring of the Private Sector”, *The Developing Economies*, vol. 34 num. 1, pp. 34-60.
- International Labor Organization (ILO) (2008), *Global Employment Trends* Press report. Disponible en: http://www.ilo.org/global/About_the_ILO/Media_and_public_information/Press_releases/lang--en/WCMS_090085/index.htm
- Laboratorio Nacional de Nanoelectrónica (INAOE) (s/f), Disponible en: <http://www-elec.inaoep.mx/lmn/index.php>
- KATZ, J. (1994), “Technology, Economics and Late Industrialization”, in J. Salomón, F. Sagasti y C. Sachs-Jeantet (eds.), *The Uncertain Queso: Science, Technology and Development*, Japón, UNU.
- MARÍA Y CAMPOS, M. (2002), *Pequeñas y medianas empresas industriales y política tecnológica: el caso mexicano de las últimas tres décadas*, Santiago de Chile, CEPAL.
- MARTÍNEZ, E. (1998), *Ciencia, tecnología y Estado en América Latina: el fin del siglo XXI*, UNESCO, Homepage.
- Monterrey Ciudad Internacional del Conocimiento, MTYCIC (s/f)., *Visión*. Disponible en: <http://www.mtycic.com.mx/?p=vision>
- Milenio* (2010), “Existen 7 millones de ninis en México: insiste Narro Robles”, 8 de septiembre de 2010. Disponible en: <http://www.milenio.com/norde/513760>
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) (2007), *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*. Disponible en: http://www.oei.es/observatoriocits/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=3
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2002), *Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo expe-*

- riminal*, París, OCDE. Disponible en: <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?lang=EN&sf1=identifiers&st1=922002081p1>
- _____ (1994), *Review of National Science and Technology Policy: Mexico, Examiners report DSTI/STP*, vol. 94, núm. 11, París, OECD.
- PARADA, J. (2009), “Monterrey. Internacional City of Knowledge Program”, en C. Wessner (ed.), *Understanding Research, Science and Technology Parks: Global Best Practice: Report of a Symposium*, Washington, National Research Council.
- PEÑA, José Antonio de la (2007), “La ciencia en México ¿hacia dónde?”, *Campus Milenio*, 245. Disponible en: <http://www.campusmilenio.com.mx/245/opinion/ciencia.php>
- (PND) Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012), Disponible en: <http://pnd.presidencia.gob.mx/>
- (PECYTI) Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación 2008-2012 (2008), En línea [s/f], disponible en: www.conacyt.mx/Acerca/Normatividad/Programa-Especial-de-Ciencia-y-Tecnologia_2008-2012.pdf
- ROCHA, A. y R. López (2003), “Política en ciencia y tecnología en México: un análisis retrospectivo”, en Jaime Aboites y Gabriela Dutrénit (coords.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, México, Miguel Ángel Porrúa, pp. 103-132.
- Silicon Border Development Science Park (SBDSP) (s/f). Disponible en: <http://www.siliconborder.com/company.html>
- SOTELO, A. (1998), “La precarización del trabajo: ¿premisas de la globalización?”, *Papeles de población*, núm. 18, octubre-diciembre, pp. 82-98.