

La reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología y su impacto en el Sistema Nacional de Innovación de China

Zhong Xiwei
Yang Xiangdong

Profesora de
Huazhong University of Science &
Technology, China. Correo electrónico:
xiweizhong2022@yahoo.com.cn
Catedrático de School of Computer Science,
Huazhong University of Science &
Technology. Correo electrónico:
yang9417@126.com

Introducción

El concepto de sistema de innovación ha sido adoptado para explicar los mecanismos de creación de conocimientos y su diseminación a nivel nacional, regional o sectorial (Freeman, 1987; Lendvall, 1992; Nelson, 1993; Saxenian, 1994; Edquist, 1997; Breschi y Malerba, 1997). El enfoque primario de estos estudios es analizar el papel de los distintos participantes en actividades innovadoras y sus interacciones. En particular, muchos autores se han centrado en la función que las universidades y los institutos de investigación tienen en la división del trabajo en sistemas nacionales de innovación (SNI), y sus vínculos con la industria para cumplir esas funciones.

En el período anterior a la reforma, China había promovido la investigación y desarrollo centrándose en los campos de la defensa y de la industria pesada, bajo el sistema de reglas altamente centralizadas, en consonancia con el modelo de la antigua Unión Soviética. Sin embargo, una vez embarcado en la reforma, el gobierno chino empezó a cambiar sobre la marcha este ineficiente y antiguo sistema soviético de innovación tecnológica, para introducir un nuevo sistema que motivara la participación de todos los grupos: los institutos de investigación, las universidades y las empresas.

Este artículo presenta el mecanismo de administración del sistema de Ciencia y Tecnología (CyT) en China y estudia su reforma dividiendo el proceso en tres etapas. En un segundo apartado se explican las principales políticas y los programas de apoyo a la reforma. A continuación se estudia con detalle el impacto del sistema de C y T en el SNI de China. Finalmente, se plantean algunas conclusiones y se hacen algunas sugerencias adicionales sobre los problemas del sistema de Ciencia y Tecnología.

La administración del Sistema de Ciencia y Tecnología

Desde los años noventa, el sistema de administración de C y T está formado por varias entidades principales: Ministerio de Educación (ME), antes llamado Comité Estatal de Educación; Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), anteriormente Comité Estatal de Ciencia y Tecnología (CECYT); Academia China de Ciencias (ACHC); Academia China de Ingeniería (ACHI), Academia China de Ciencias Sociales (ACHCS), Comité Nacional para la Fundación de la Ciencia (CNFC). Estas agencias cooperan con los ministerios industriales, los cuales también tienen sus propios institutos de investigación y proyectos, incluyendo al Ministerio de Información Industrial Tecnológica (MIT), la Administración Estatal de la Industria

Constructora de Maquinaria (AEICM), anteriormente Ministerio de la Industria de Maquinaria (MIM), y antes Ministerio de la Industria Electrónica, etc., los cuales formulan y desarrollan los programas y las políticas nacionales de C y T (ver fig.1).

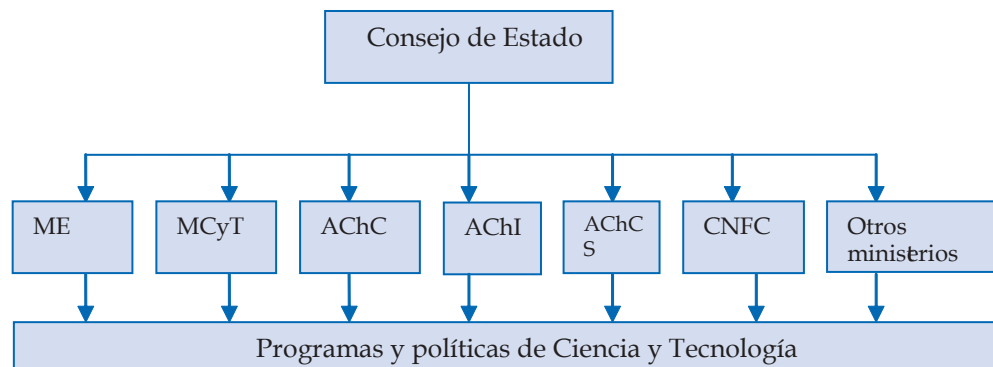
El ME es responsable no sólo de todo el sistema educativo, sino que también sirve como una importante base para la investigación. Muchos de los esfuerzos nacionales de perfeccionamiento eficaces se basaron en investigación originalmente financiada por este ministerio. En particular, con el objetivo de mejorar la investigación en alta tecnología para satisfacer la creciente demanda de la industria, el ME estableció el Centro Universitario de Desarrollo Tecnológico para aplicar las políticas para empresas afiliadas a universidades y financiar ciertos centros de investigación en las principales universidades de investigación, incluyendo algunos laboratorios universitarios clave.

El MCYT abarca unos siete departamentos principales en el nivel central y, fundamentalmente, está a cargo de dictar la política de C y T, administrar el presupuesto gubernamental de Investigación y Desarrollo (ID), aplicar la legislación y establecer los reglamentos respectivos. Sus contrapartes de los gobiernos locales hacen la certificación técnica del personal, valoran los logros de las investigaciones y promueven los intercambios de información, tanto internamente como en el ámbito internacional (Ito, 1995; Kondo, 1997).

La AChC es un sistema gubernamental de institutos de investigación. Fundado en 1949, fue el organismo líder para la investigación relacionada con la defensa en armas nucleares, satélites y tecnologías en propulsión con motores a reacción. En la década de los ochenta, mientras continuaba manteniendo su principal objetivo en la investigación básica, la AChC condujo la ID hacia la aplicación comercial en gran escala. La AChC también provee consultas sobre políticas y planes importantes de desarrollo nacional de C y T. La AChI y la AChC son los más importantes institutos académicos y de investigación en ingeniería y ciencia social, respectivamente. Ambos participan también en la toma de decisiones gubernamentales en sus correspondientes áreas.

El CNFC es un elemento importante en el sistema nacional de innovación. Principalmente, es responsable de financiar la investigación básica en ciencias naturales.

figura 1
Principales órganos administrativos de C y T



Panorama de la reforma del sistema de Ciencia y Tecnología

Con el establecimiento de la República Popular China, en 1949, el Gobierno adoptó el antiguo modelo soviético amplio y especializado de universidades y una gran red de institutos de investigación. Los institutos de investigación públicos llevaron a cabo casi todos los proyectos de investigación, mientras las universidades se orientaron hacia actividades de investigación limitadas. La mayor parte de la investigación científica se enfocó a proyectos militares, los cuales fueron centralmente planeados y el gobierno se apropiaba de ellos. La principal fuente de financiamiento fue gubernamental y las tareas de C y T se asignaban mediante órdenes administrativas. Antes de la reforma, aunque muchas empresas tenían sus propios institutos y organizaciones de Ciencia y Tecnología, la capacidad nacional/interna de I+D era sumamente débil. Además, la separación entre la C y T y la industria resultó en un reducido enfoque y un limitado campo de acción de las actividades de investigación industrial.

Desde la década de los ochenta, el sistema de Ciencia y Tecnología chino ha experimentado reformas significativas. El lema chino para la reforma de C y T de 1985, “Construir la nación con ciencia y educación”, muestra que la educación y la investigación científica se consideraban clave para el desarrollo del país. Desde entonces, universidades e institutos de investigación (VII) han trabajado activamente para colaborar con la industria. Después de los noventa, además de involucrarse en diferentes clases de colaboración con empresas, se alentó a las universidades y a los institutos de investigación a establecer sus propias empresas, especialmente en los sectores de alta tecnología.

Desde 1985, la reforma puede dividirse en tres etapas, y cada una está simbolizada por importantes políticas instrumentadas por el gobierno. La primera etapa fue de 1985 a 1992. En 1985, el gobierno central emitió un decreto – “Resolución del Comité Central del Partido Comunista de China sobre la Reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología”. Este decreto impulsó la reforma del sistema de C y T y alentó a las universidades y los institutos de investigación a reforzar sus vínculos con la industria (Most, 1999). El presupuesto para financiar la formación de institutos de investigación y universidades se recortó considerablemente con vistas a estimular a las instituciones universitarias y de investigación a recurrir a la industria para su supervivencia. Se establecieron reglamentos y leyes relacionadas con patentes y transferencia de tecnología para facilitar la relación entre las UII y las industrias. En 1988, se creó en Beijing la primera zona nacional de alta tecnología. Ese año también se lanzó el “Programa Antorcha” (Torch Program) que consiste en el establecimiento de zonas de alta tecnología. Para fines de 1992, en el país se habían instalado 52 zonas de desarrollo de alta tecnología, con 9 687 empresas.

La segunda etapa fue de 1992 a 1999. Después de la gira de Deng Xiaoping por el sur del país, la transformación del sistema económico de China entró en una nueva etapa. En el contexto de la macro reforma, la transformación del sistema de C y T se orientó hacia ajustes estructurales importantes. Se promulgaron la “Ley de la República Popular de China para el Progreso de la Ciencia y Tecnología” y el “Programa de Ascenso para Promover la Investigación Básica”, al tiempo que se dotó a las instituciones públicas de investigación y las universidades de mayor autonomía operacional para conducir sus actividades de investigación. Especialmente después de que el Consejo de Estado aprobó la

asociación entre las universidades y los institutos de investigación con las empresas (UII-asociado), en un documento presentado por las comisiones sobre Educación y Ciencia, en 1991, el cual provee los lineamientos para administrar las empresas manejadas por universidades, la relación universidad/instituto de investigación-industria (UII-Industria), se ha fortalecido mucho. Se alienta a las universidades y a los institutos propiedad del gobierno a establecer varias formas de vínculos con empresas, incluyendo servicios técnicos, cooperación en desarrollo, producción y administración, así como investigación tecnológica. También se les ha alentado a establecer sus propias empresas de alta tecnología. Se autorizó a investigadores y profesores universitarios a tomar trabajos de investigación de tiempo parcial o de tiempo completo en empresas, o a establecer sus propias empresas de alta tecnología, mientras mantienen sus empleos. Las estadísticas indican que de 1997 a 2000, el crecimiento promedio de los ingresos por ventas las empresas afiliadas a universidades (EAU) ha sido de 32.3% anual. Hasta el 2000, han surgido 2 097 UAE's de alta tecnología en China, con un activo neto de 3.8 miles de millones de dólares estadounidenses (MCYT).

La tercera etapa dio comienzo en 1999. Durante este período se reafirmó el lema de “Construir la nación con base en la C y T”. Los principales logros de esta etapa fueron el fortalecimiento del sistema nacional de innovación y la aceleración de los logros de Ciencia y Tecnología. Una medida importante de ese período fue la transformación de los institutos de investigación de propiedad gubernamental en empresas de alta tecnología, o en empresas de servicios técnicos. A escala nacional, empezó la transformación del primer grupo de 242 institutos de investigación, afiliados al antiguo Comité Estatal de Economía y Comercio. De éstos, 131 se fusionaron con corporaciones (grupos); 40 se transformaron en corporaciones de C y T bajo las reglas de los gobiernos locales; 29 se convirtieron en grandes corporaciones de C y T propiedad del gobierno central; 18, en agencias; los 24 institutos restantes se fusionaron con universidades o desaparecieron. Hacia finales del 2003, 1 149 antiguos institutos de investigación de propiedad gubernamental habían llevado a cabo su transformación. Desde ese año, el gobierno central empezó a transformar los institutos públicos orientados hacia los beneficios (PIPOB) de diferentes maneras; por ejemplo, algunos de los IPOB que suministraban bienes públicos se transformaron en organizaciones no lucrativas, con mayor presupuesto gubernamental. Se promulgaron diversas medidas y reglamentos para promover la innovación tecnológica, como los “Reglamentos sobre el mecanismo para el establecimiento de inversiones de riesgo”, las “Medidas para estimular el desarrollo de la industria de software y la industria de circuitos integrados”. Desde 2000, se ha puesto más atención en el desarrollo de “Parques científicos” y se consideran como “componentes clave” del sistema nacional de innovación. En 2001, el gobierno empezó a examinar profundamente la eficiencia de las empresas afiliadas a las UII. Desde entonces, la desvinculación de las UII y sus empresas afiliadas ha progresado.

Principales políticas y programas durante la reforma del sistema de Ciencia y Tecnología

Siguiendo el llamado Deng Xiaoping, líder de China en los ochenta, “Ciencia y Tecnología es la primera fuerza productiva”, el gobierno chino puso en lo sucesivo varias políticas para promover la ID en todo el país.

La Tabla 1 es un resumen de las políticas y programas nacionales. “Programa de ID tecnológico en aspectos clave” iniciado en 1982, impulsando la unión de esfuerzos en algunas investigaciones clave de tecnológica en los campos de la agricultura, la industria y el desarrollo social. En 1985, se emitió la “Resolución sobre la reforma del sistema de Ciencia y Tecnología”, que incluye dos objetivos. El primero, para mejorar sobre todo la administración del sistema de ID, así como para estimular la fluidez de la investigación personal. Y el segundo, para integrar la ciencia y tecnología en la economía, introduciendo un mecanismo operacional flexible. Para apoyar a las empresas a comprometerse en ID, en 1986 el gobierno organizó el “Programa Destello” (Sparkle Program) en un principio en áreas rurales. En 1990, fue puesto en marcha el “Programa nacional para diseminar los logros de ciencia y tecnología”. Adicionalmente, para dar continuidad a los esfuerzos para promover la transferencia de tecnología y la comercialización de productos de investigación de la academia, se adoptaron nuevas medidas, entre las que destacan los recortes financieros (que obligó a los centros de investigación a buscar recursos por medio de vínculos con las empresas) al tiempo que concedió mayor autonomía a los institutos de investigación respecto del gobierno central. En 1991, uno de los esfuerzos fue la ejecución por CECyT del “Programa Nacional de Centros de Investigación Tecnológica en Ingeniería”. Una medida de transparencia se introdujo en el sistema mediante la revisión por pares de los proyectos propuestos y el desempeño institucional; la “Ley para el Progreso de la Ciencia y Tecnología” avanza en esta dirección (Ito, 1995; Kondo, 1997; Wen, 2001). Para acelerar la investigación científica básica del país, en 1992 se estableció el “Programa de Ascenso” (Climbing Program). En 1995, el gobierno emitió la “Decisión para acelerar el Progreso de la Ciencia y Tecnología”, promoviendo la relación de UII-industria, y la transformación de los institutos gubernamentales de investigación. Sin embargo, por varias razones, la transformación no se efectuó sino hasta 1999, cuando el primer grupo de 242 institutos de investigación de la Agencia Nacional de Economía y el Comité de Comercio de China empezaron a transformarse. La “Decisión sobre el Desarrollo de la Alta Tecnología y la realizar la Industrialización” –adoptada por el Comité Central del Partido Comunista de China– estableció el enfoque central del décimo período quinquenal 2001-2005 sobre la promoción de la comercialización de los logros de Ciencia y Tecnología. La “Guía para desarrollar los parques científicos universitarios nacionales” es un documento importante, el cual promueve el desarrollo de los parques universitarios de ciencia.

Tabla 1**Resumen de las principales políticas de C y T**

Políticas	Características dominantes	Año
Programa de ID Tecnológica en aspectos clave	Fomentar esfuerzos en las principales tecnologías	1982
Resolución sobre la Reforma del Sistema de C y T (CCPCCH)*-	Adoptar un sistema flexible de administración en ID	1985
El Programa Destello	Promover la investigación básica en el sector agrícola	1985
Programa 863	Promoción de Alta Tecnología	1986
El Programa Antorcha	Comercialización de Alta Tecnología	1988
	Establecimiento de zonas de Alta tecnología	
Programa Nacional para diseminar los logros en C y T a Nivel Nacional	Promover la comercialización de productos	1990
Programa Nacional de Centros Investigación Tecnológica en Ingeniería	Transferencia de tecnología y comercialización de productos de investigación	1991
Programa de Ascenso	Promoción de investigación básica	1992
Aprobación de las UAE's por CECYT	Promoción de vínculos entre las universidades y las industrias	1992
Ley para el Progreso de la C y T	Transferencia de Tecnología, Reforma del Sistema de C y T	1993
Decisión para Acelerar el Progreso de la C y T (CCPCCH)	Promoción de vínculos Ull-industria	1995
Ejecución de la Ley para Promover la Comercialización de C y T	Ejecución de la Regularización de la Comercialización de C y T	1996
Súper Programa 863	Comercialización, abrirse paso en áreas clave	1996
Decisión para acelerar el desarrollo de Alta Tecnología y Realizar la industrialización (CCPCCH)	Estimular la innovación tecnológica y la comercialización	1999
Guía para Desarrollar Parques Científicos Universitarios Nacionales	Acelerar el desarrollo de parques científicos universitarios	2000

*. Comité Central del Partido Comunista de China (CCPCCH).

Fuente: compilado por el autor basado en varias fuentes del Most.

Desde los años ochenta, se emitieron muchas leyes y reglamentos. Además de la mencionada “Ley para el Progreso de C y T” y la “Ley para la Promoción y Comercialización de los logros de Ciencia y Tecnología”; también se han puesto en vigor otras leyes y ordenamientos, incluyendo: “Ley de Contrato Tecnológico”, “Ley para la Difusión de la Tecnología en la Agricultura”, “Ley de Patentes, Ordenamientos sobre la Administración de los Derechos de Propiedad Intelectual de Proyectos Financiados por el Gobierno” y el “Estatuto para Software de Computación”. Los “Ordenamientos sobre la Administración de Derechos de Propiedad Intelectual de Proyectos Financiados por el Gobierno” son de crucial importancia, ya que estipulan que si la C y T que resulta de fondos gubernamentales no está relacionada con la seguridad nacional, los derechos de propiedad pertenecen a los propios investigadores. Más aún, políticas favorables, como la exención de impuestos y los premios en dinero, se ofrecen a las Ull que giran alrededor de los sectores de alta tecnología.

Los planes gubernamentales también han jugado un papel importante en la promoción del progreso en Ciencia y Tecnología. El noveno plan quinquenal (1996-2000) puso el énfasis en desarrollar la capacidad doméstica de la industria china de hardware, para incrementar el porcentaje de componentes nacionales en la industria ensambladora china de computadoras, y en la producción de productos periféricos. Se pusieron en marcha los llamados “Proyectos Dorados” (Golden Projects), incluyendo el “Puente Dorado” (Golden Bridge), proyecto de infraestructura de la información, las “Aduanas Doradas” (Golden custom) para digitalizar la aduanas, la “Tarjeta Dorada” (Golden Card), proyecto de dinero electrónico, para estimular el uso de computadoras e Internet. El décimo plan quinquenal (2001-2005) promovió la capacidad innovadora, especialmente en la tecnología de circuitos integrados y de software. En particular, las “*Políticas de Estímulo para la Industria de Software y la Industria de Circuitos Integrados*”, dictadas por el Consejo de Estado en 2000, han sido grandes impulsores para el desarrollo de la industria de software y la han acelerado durante este período.

El proyecto más importante para las áreas de alta tecnología es el “Programa 863”, emprendido en marzo de 1986, el cual abarca veinte temas selectos de ocho áreas prioritarias: Biotecnología, Informática, Automatización, Energía, Materiales Avanzados, Marina, Espacio, Láser y Tecnología Oceánica. Las primeras seis áreas están administradas por el MCyT (Most, 1998). Este programa apunta a perfeccionar toda la capacidad de I+D nacional y captar los avances tecnológicos más importantes en el mundo. Así mismo, también promueve la educación y la capacitación profesionales para el siglo XXI, para lo cual, cada año moviliza masivamente más de 10 000 investigadores en más de 2 860 proyectos (Ito, 1995). Algunos resultados de la investigación desarrollada por este programa se convirtieron en la fuerza central de sus correspondientes industrias de origen.

El plan para promover el establecimiento de empresas de alta tecnología es el “Programa Antorcha”, puesto en práctica en 1988. Este programa se dirige a simplificar la reglamentación, proveyendo apoyo para la provisión de servicios públicos con el fin de atraer empresas extranjeras de alta tecnología, y estimular el establecimiento de empresas nacionales de alta tecnología interna en zonas especiales en todo el territorio de China. Los planificadores gubernamentales han establecido esas zonas de alta tecnología cerca de las UIR, con el objetivo de promover vínculos entre las empresas y los investigadores. De 1991 a 2003, se han establecido 53 zonas de alta tecnología. Las principales industrias en esas zonas fueron Información Tecnológica (π), Biotecnología, Nuevos Materiales y Nuevas Tecnologías para la Energía. A nivel nacional, en 2003, las zonas de alta tecnología recibieron inversiones por 155 mil millones de yuanes (equivalentes a alrededor de 19 mil millones de dólares) en infraestructura, y albergaban 32 857 empresas (Most, 2003).

Análisis del impacto de la reforma de Ciencia y Tecnología sobre el SNI de China

El propósito principal de la reforma del sistema de C y T es promover las actividades de innovación de los principales grupos participantes del SNI. La literatura define ampliamente al Sistema de Innovación Nacional como una red de instituciones, políticas y agentes que sustentan y apoyan el avance científico y tecnológico (Nelson y Rosemberg, 1993; Porter

y Stern, 2001; Furman *et al.*, 2002; Crow y Bozeman, 1998). Tres actores centrales en el SNI son las UII, la industria y, con frecuencia, el gobierno (Etzcowitz, 1999).

Cuando comparamos el perfil del sistema de innovación de China en 1987 y 2003, encontramos que a través de los años ha habido cambios dramáticos. El sistema de innovación de 1987 seguía el modelo de una administración fuertemente centralizada. Los institutos públicos de investigación (IPI), en realidad no habría institutos privados, condujeron la mayoría de los proyectos de investigación, financiados principalmente tanto por el gobierno central como por los gobiernos locales; las universidades fueron las responsables principales en la educación con una participación limitada en ID; las empresas raramente tuvieron una participación en los proyectos de los institutos investigación, y fueron responsables por el limitado desahogo de actividades de innovación relacionadas con sus prototipos y su producción. Bajo ese sistema, investigadores de los IPI y las universidades tuvieron pocos incentivos para conducir investigaciones productivas y transferir sus logros de investigación en aplicaciones comerciales.

Tabla 2	Tipos de Instituciones de ID	Número de Institutos de ID (%)	Personal de ID (en 1000 personas/año (%))	Gasto en ID (en millones de dólares, %)
Perfil del sistema de innovación de China en 1987	Institutos Públicos de Investigación	5222 (46.7)	386 (47.30)	2887 (60.70)
	Unidades Universitarias de ID	934 (9.3)	178 (21.80)	189 (4.00)
	Unidades Empresariales de ID	5021 (44.0)	253 (30.90)	1679 (35.3)
	Total	11 177 (100)	817 (100)	4754 (100)

Fuente: compilado por el autor a partir de www.sts.org.cn

Tabla 3	Tipos de Instituciones de ID	Número de Institutos de ID, %	Personal de ID (en 1000 persona/año, %)	Gasto en ID (en millones de dólares estadounidenses, %)	Gastos en ID por unidad (en millones de dólares estadounidenses)	Gasto en ID por persona/año (en miles de dólares estadounidenses)
Perfil del sistema de innovación de China, en 2003	Institutos Públicos de Investigación	4169 (19)	204 (21.8)	4807.2 (25.9)	1.15	23.6
	Unidades Universitarias de ID	3200 (4.4)	189 (0.2)	1955.4 (10.5)	0.61	10.4
	Unidades Empresariales de ID	11300 (52)	478 (51.2)	11568.7 (62.4)	1.02	24.2
	Otras	3300 (14.6)	62 (6.8)	218.1 (1.2)	0.066	3.5
	Total	21969 (100)	933 (100)	18549.4 (100)	--	--

Fuente: Compilado por el autor a partir de www.sts.org.cn

Nota: "Otras" se refiere a unidades de servicio público nacional e internacional y ONG.

En 2003, comparado con 1987, el gasto total en ID se incrementó más de ocho veces; la participación del gasto en ID de las universidades en el total creció de 4 a 10.5%; el personal involucrado en institutos de investigación públicos decreció considerablemente, mientras que en las empresas, se incrementó en gran escala. El perfil del SNI muestra que las empresas se han convertido en la principal fuerza de actividad en Investigación y Tecnología y las universidades también se han vuelto una importante base para la innovación tecnológica.

El rápido incremento en personal y gasto de ID en el sector de las empresas puede explicarse por las siguientes causas. Primero, la transformación de antiguos institutos públicos de investigación incrementó el personal y la capacidad de las empresas de ID. De aproximadamente 1 149 institutos de investigación transformados, 1 003 se han vuelto empresas o partes de empresas, los cuales sumaron un incremento de 102 000 empleados de C y T en las empresas. Las empresas afiliadas a UII, muchas de las cuales tienen que ver con sectores de alta tecnología, también han incrementado la densidad de esta categoría de ID. Las empresas afiliadas a universidades (EAU) se han desarrollado a una velocidad acelerada desde 1991, después de la aprobación por parte del Gobierno de un lineamiento para estas universidades. En 2004, había 4 593 EAU, con un ingreso total de 11.7 miles de millones de dólares estadounidenses. (<http://www.cutech.edu.cn/ShowArticle.asp?ArticleID=10290>). Segundo, desde 1980, con el refuerzo de la política de apertura, el mercado se ha vuelto más y más competitivo, lo cual estimula la iniciativa de actividades de ID en las empresas. Tercero, el potencial de ID de las empresas ha sido construido en un ambiente más favorable, resultado de la reforma de Ciencia y Tecnología.

También se advierte que la participación del gasto en ID de las empresas se ha incrementado rápidamente. Desde el año 1999, las empresas han sobrepasado a los institutos públicos de investigación, para convertirse en la parte principal de la innovación tecnológica. En 2003, los gastos de las empresas en ID representaron 65% mientras que los institutos públicos de investigación ocuparon 25% del total de gasto en ID de China (<http://www.sts.org.cn/fxyj/zxfx/documents/zgR&Djf.htm>). Como muestra la experiencia de los países desarrollados y las economías emergentes, el papel dominante de las empresas en innovación tecnológica puede ser observado como el requisito de la transferencia de C y T a la productividad.

Durante la reforma de Ciencia y Tecnología se reforzaron los vínculos entre las UII y las empresas. Desde 1985, se incrementó rápidamente la fuente de ID de las empresas. Como se puede observar en la Tabla 4, en 1985 el Gobierno proporcionó 79% de los fondos para ID, mientras que en 2000, sólo había aportado el 29.9 por ciento. Las empresas se han convertido en el inversionista más importante en actividades de ID. Un camino importante de su incorporación a las actividades de C y T es a través de los vínculos con las UII. Las universidades y los institutos de investigación (transformados o públicos) han desarrollado relaciones muy cercanas con las industrias por medio de las consultorías informales de los investigadores universitarios con las industrias, contratos de servicio tecnológico, inversiones en proyectos de investigación, parques científicos, licencias de patentes, empresas afiliadas a las UII. Un examen del gasto en ID de las universidades chinas (ver tabla 5) revela que un muy alto porcentaje de su presupuesto –más de 80%– está dirigido a investigación experimental y aplicada. Es de esperar que mucho de ese gasto esté financiado por las industrias a través de las diferentes modalidades de los contratos tecnológicos.

Tabla 4		Gobierno	Empresas*	Otras
Investigación y desarrollo en China. Distribución Porcentual por fuente de financiamiento. Años seleccionados de 1985 a 2003	1985	79.0	18.0	3.0
	1987	60.9	39.1	-
	1988	56.6	43.4	-
	1990	54.9	23.4	21.7
	1994	57.7	32.4	9.9
	1995	50.0	35.0	15.0
	2000	33.4	38.9	27.7
	2003	29.9	60.2	9.9

Fuente: "China's index of S&T 1994", "China's index of S&T 1996", y <http://www.sts.org.cn/tjbg/zhqk/documents/2003/050223.htm>

Nota*: el término "empresas" se refiere a empresas Chinas empresas foráneas en China. "Otras" se refiere a unidades de servicio público nacionales y foráneas y ONG.

Tabla 5	Gasto en ID	Investigación Básica	Investigación Aplicada	Investigación Experimental	Total
Gasto en ID de universidades (desde la segunda etapa de la reforma de C y T: 1991-2002, millones de dólares estadounidenses, %)	1991	24.5(13.9)	143.40(55.50)	81.10(31.40)	249(100)
	1992	43.6(12.5)	183.60(52.60)	120(34.40)	347.20(100)
	1993	58.6(12.2)	258.70(53.60)	164.90(34.20)	482.20(100)
	1994	59.3(13.2)	248.80(55.30)	140.70(31.30)	448.80(100)
	1995	77.8(15.4)	2790(55.10)	149.70(29.60)	506.50(100)
	1996	90.4(15.7)	321.70(55.90)	165.10(28.70)	577.20(100)
	1997	116.9(16.8)	380.70(54.80)	197.60(28.40)	695.20(100)
	1998	104.8(16)	367.50(56.10)	184.30(28.10)	656.60(100)
	1999	137.3(18.0)	454.20(59.40)	173.50(22.70)	765(100)
	2000	214.5(23.2)	481.90(52.10)	227.70(24.70)	924.10(100)
	2001	204.8(16.6)	710.80(57.60)	318.10(25.80)	1233.70(100)
	2002	334.9(21.3)	808.40(51.50)	428.90(27.20)	1572.20(100)

Fuente: compilado por el autor de China Statistical Yearbook 1992-2003, Agencia Nacional de Estadística de China.

* "Investigación básica" es trabajo experimental y teórico emprendido para adquirir nuevo conocimiento directo dentro de áreas específicas con la expectativa de nuevos descubrimientos.

* "Investigación aplicada" es trabajo original emprendido primariamente para adquirir nuevo conocimiento con una aplicación específica, para determinar posibles usos para los hallazgos de la investigación básica o para determinar nuevas vías para alcanzar algún objetivo predeterminado.

**"Desarrollo experimental" es trabajo sistemático, usando conocimiento existente obtenido de la investigación o la experiencia práctica, que está dirigida a producir nuevos materiales, productos o servicios, para instalar nuevos procesos, sistemas y servicios, o para probar sustancialmente los que ya están instalados o produciendo.

Tabla 6		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Patentes de Inventos aprobadas (1996*-2002)	Total	2976	3494	4733	7637	12683	16296	21473
	Nacionales	1383	1532	1655	3097	6177	5395	5868
	Profesionales	825	912	954	1685	2824	2614	3144
	Universitarias	228	256	243	425	652	579	697
	Institutos de Investigación	247	316	337	543	910	800	907
	Empresas	187	170	182	462	1016	1089	1461
	Organizaciones Gubernamentales	163	170	192	255	246	146	79
	No-profesionales	558	620	701	1412	3353	2781	2724
	Foráneas	1593	1962	3078	4540	6506	10901	15605
	Profesionales	1497	1889	2949	4295	6222	10455	15013
No-profesionales	96	73	129	245	284	446	592	

Fuente: <http://www.sipo.gov.cn>

Nota*: el noveno plan quinquenal, iniciado en 1995, propuso promover la capacidad de innovación interna.

Tabla 7		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2204
Número de artículos catalogados en SCI, ISTP, y EI (1997-2004)	Total	35311	35003	46188	49678	64526	77395	93352	111356
	Science Citation Index	16883	19838	24476	30499	35685	40758	49788	57377
	Index to Scientific and Technical Proceedings	5790	5273	6905	6016	10263	13413	18567	20479
	Engineering Index	12638	9892	14807	13163	18578	23224	24997	33500
	Lugar que ocupa+ China en:								
	Total	12	12	9	8	8	6	5	5
	Science Citation Index	12	12	10	8	8	6	6	5
	Index to Scientific and Technical Proceedings	9	10	8	8	6	5	6	5
	Engineering Index	4	5	3	3	3	2	3	2

Bibliografía

- Bonai, Fan, Lei Zhang, "Research on relationship between the expenditure for science & technology and the economic growth (en chino)", *Science & Technology Management*, vol. 6, 2004, pp. 15-19.
- Breschi Stefano, Franco, M., "Structural Innovation Systems. Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", en Charles Edquist (ed), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, Londres, 1997.
- Crow, M. y B. Bozeman, *Limited by Design: R&D Laboratories in the U.S: National Innovation System*, Columbia University Press, Nueva York, 1998.
- Edquist, C., *System of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, Londres, 1997.
- Etzkowitz, H. *The Second Academic Revolution: MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*, Gordon and Breach, Londres, 1999.
- Freeman, C., *Technology Policy and Economic Performance: Lesson from Japan*, Pinter, Londres, 1987.
- Ito, S., "Science and Technology Police of the People's Republic of China", *The Japan Society for Science Police and Research Management*, 10 (3/4), 1995, 179-185.
- Jianquian Zhao, Neng Shen, "A Study on Performance Trend of Transitional Science and Technology System in China (en chino)", *S&T Police and Administration*, vol. 4, 2006, pp. 11-13.
- Kondo, M., "China: Technology Police in a Transitional Economy-Engineering Research Centers to Bridge Research Units and Enterprises", *The Japan Society for Science Police and Research Management* 12 (3/4), 1997, 169-192.
- Lundvall, B., *National systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres, 1992.
- Most, (Ministry of Science and Technology of the Peoples Republic of China), *China Science and Technology Statistics Data Book*, varios años, Beijing.
- Most, *Annual Report of State Programs of Science and Technology Development*, 1998.
- Most, *China New & High-Tech Industrialization Development Report*, Science Publishing House, Diciembre, 1999.

Durante la reforma, también se expandió la capacidad de innovación de China. Respecto a la solicitud de patentes, el número total de patentes nacionales ha crecido desde el 2000. Antes de 2003, los extranjeros habían sido más activos que los chinos en obtener patentes de inventos. En 2003, el registro de patentes chinas se incrementó notablemente, y por primera vez en cuatro años –de 2000 a 2003– sobrepasó a las contrapartes foráneas. (<http://www.sipo.gov.cn>)

La Tabla 6 muestra el origen de las patentes de inventos aprobadas de 1996 a 2002. Desde el año 2000, las compañías chinas han sobrepasado a los institutos de investigación públicos para convertirse en las entidades que obtienen el mayor número de patentes de invención nacionales. Las patentes aprobadas por las empresas tuvieron un crecimiento muy rápido, especialmente a partir del año 2000. El decremento por parte de los institutos de investigación en el año 2000 se debió a que en esa época gran número de esos institutos empezaron su transformación. En términos de publicaciones, China mejoró del lugar número 15 en la lista de publicaciones en la Science Citation Index (SCI), Engineering Index (EI) e Index to Scientific and Technical Proceedings (ISTP) en 1990 al quinto puesto, en 2004. La Tabla 7 muestra que desde 1997, el número de artículos de autores chinos enlistados en SCI, ISTP y EI se incrementó rápidamente. En 2004, fueron 111 356 documentos enlistados en estas instituciones (véase tabla 7).

Problemas en la reforma del sistema de Ciencia y Tecnología

En general, la reforma de C y T ha sido efectiva para motivar la participación de universidades e institutos de investigación, construir las capacidades de innovación de las empresas y promover las actividades de Ciencia y Tecnología. Algunos especialistas hicieron análisis empíricos de la relación entre el gasto en C y T y el crecimiento económico de China de 1953 a 2003. Los resultados muestran que durante ese período, la contribución de C y T en el crecimiento económico del país fue muy pequeño (Bonai Fan, Lei Zang, 2004; Shun Zhang, 2006). Un estudio analizó el período de 1992 a 2003 y encontró que no hay una causalidad obvia entre Ciencia y Tecnología y eficiencia y tasa de crecimiento económico chino (Jianquian Zhao, Neng Shen, 2006). Todos los resultados de la investigación indican que la reforma aún no ha resuelto el problema de la desconexión entre Ciencia y Tecnología y el crecimiento económico de China.

También surgen algunos otros problemas del sistema de C y T de China y los efectos de la reforma de Ciencia y Tecnología necesitan ser examinados de nuevo en el largo plazo. Primero, la reforma de C y T se enfoca en las UII, mientras que la administración de C y T no ha cambiado mucho en los últimos veinte años. Por ejemplo, el gasto en Ciencia y

- Most, *Annual Report on China Torch Program*, Science Publishing House, 2003.
- Nelson, R.R. y N. Rosenberg, "Technical Innovation and Nacional Systems", en Nelson, R. R., ed. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York, 1993, 3-21.
- Porter, M.E. y S. Stern, "Innovation: Location Matters", *MIT Sloan Management Review* (verano), 2001, 28-36.
- Saxenian, A., *Regional Advantage: Cultural and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge; Harvard University Press, Massachusetts.
- Shun Zhang, "A Study on the Dynamics Relationship Between Expenditure for Science & Technology and Economic Growth (en chino)", *Business Studies*, vol. 13, 2006, pp. 35-40
- SSTC (State Science and Technology Commission) *Annual Report on China Torch Program*, 2003.
- Wen, J., "A Study of Collaborative R&D in Japan: Some New Evidence", en : Xu, Q., Wu, X., Chen, J. (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Symposium on Management of Technology*, China, 1998, 560-565.

Tecnología aún se ejecuta a través de la planeación gubernamental, como hace veinte años. Además, los diferentes ministerios y agencias gubernamentales pueden formular y ejecutar independientemente los planes de Ciencia y Tecnología, lo que provoca falta de coordinación y de cooperación que puede resultar en una gran redundancia o pérdida de recursos de Ciencia y Tecnología.

En segundo lugar, hasta cierto grado, el sistema de la reforma de C y T orientado a la comercialización ha obstaculizado el desarrollo de la investigación básica y la investigación orientada al beneficio público. Las universidades de ingeniería y los institutos de investigación aplicada son los grandes ganadores de la reforma, mientras que las UI involucradas principalmente en la investigación básica no pueden obtener fácilmente fondos ni personal calificado de alto nivel. Por mucho tiempo, el financiamiento para investigación básica ha cubierto alrededor de 6% del total de la investigación, muy lejos del nivel promedio mundial. Asimismo, la oferta de investigación orientada al beneficio público es insuficiente para satisfacer la demanda básica del país. Por ejemplo, el caso de la epidemia de neumonía asiática (SAR) en el 2003, expuso la debilidad del sistema de salud pública para defender a la población contra las enfermedades serias.

Finalmente, el tema de las empresas afiliadas a universidades sigue siendo objeto de controversia. Ahí hay problemas relativos a las dificultades operacionales de las EAU, su estructura de propiedad y la estrategia de la desvinculación de las empresas con respecto a las universidades madre, etcétera. Una de las preocupaciones más importantes es el impacto de las actividades comerciales sobre el ambiente académico y la orientación de la investigación universitaria. Demasiadas actividades comerciales en el campus pueden dañar la investigación básica, la cual es estratégicamente importante para el potencial desarrollo a largo plazo de la nación. Más aún, puede decaer la importancia de algunas disciplinas, como las de humanidades, la de cultura y las artes. La creatividad y el diseño, los cuales están considerados por muchos como importantes en la competencia global de la ingeniería y la producción, no están únicamente reservados para ingenieros bien entrenados, sino que los productos requieren de estética e innovación. Más aún, la manera de colocar los recursos de ID puede también distorsionar la dirección de la investigación universitaria. Muchos profesores y estudiantes graduados ya no están interesados en la investigación académica. Ellos están concentrados en trabajos de valor comercial y están, por tanto, lejos de sus valores académicos. Además de esto, muchos se preocuparon por que involucrarse demasiado en negocios puede afectar la calidad de la enseñanza, lo cual dañará el futuro desarrollo de la nación 