

Perspectivas y retos de la ciencia mexicana

*José Antonio de la Peña**

RESUMEN

Este trabajo analiza la situación, perspectivas y desafíos de la ciencia mexicana. Está dividido en seis apartados: 1. Contexto y breve diagnóstico. 2. Políticas científicas: el contexto global. 3. Crecimiento: el sistema educativo y el sistema de investigación. 4. Consolidación del sistema mexicano: universidades y redes de investigación. 5. Presupuesto y planeación. 6. Impacto: vinculación con la industria, economía y sociedad.

Palabras clave: ciencia, sistema científico, políticas científicas, tecnología.

ABSTRACT

This article analyzes the situation, prospects and challenges of Mexican science. It is divided into six paragraphs: 1. Context and brief diagnosis. 2. Political science: the global context. 3. Growth: the educational system and the research system. 4. Consolidation of the Mexican system: Universities and research networks. 5. Budget and planning. 6. Impact of linkage with industry, economy and society.

Keywords: science, scientific, political science, technology.

Contexto y breve diagnóstico

En nuestros días, la prosperidad de las sociedades está determinada por la calidad del conocimiento que dominan y generan grupos especializados dentro de la sociedad, así como por la capacidad de establecer industrias basadas en conocimiento, esto es, empresas que utilicen conocimiento para crear innovaciones tecnológicas y generar y mantener empleos de calidad. Las empresas basadas en conocimiento colaboran estrechamente con universidades y centros de investigación a fin de formar personal calificado y desarrollar productos y servicios innovadores derivados de la ciencia.

* Director Adjunto de Desarrollo Científico y Académico, Conacyt. Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (2002-2004). Investigador en el Instituto de Matemáticas, UNAM.

El *programa* para la ciencia articulado y defendido por los grandes filósofos y científicos de la Ilustración, de Bacon y Descartes a Voltaire y Jefferson, y en tiempos modernos por Vannevar Bush, ha tenido un éxito rotundo. Este programa pone de manifiesto el vínculo entre el conocimiento científico de los fenómenos de la naturaleza y el control tecnológico de la naturaleza en beneficio de la sociedad. Desde hace algunas décadas, pero cada día de manera más notable, los asuntos humanos están mediados en todos los ámbitos y a cualquier escala por tecnología de base científica y por la actividad económica que ésta genera.

Este impacto de la ciencia, no sólo como generadora de conocimiento nuevo que sirva para comprender mejor el mundo que nos rodea, sino como fuente de bienestar y prosperidad de los pueblos, ha sido reconocido de manera amplia en los países avanzados e incipientemente en los países menos desarrollados. En palabras de la American Association for the Advancement of Science:

Los avances de la ciencia, cuando se llevan a la práctica, significan más trabajos, mejores salarios, menos horas, cosechas más abundantes, más tiempo libre para divertirse, estudiar, aprender cómo vivir sin trabajar como esclavo, sin porvenir, que fue la carga de los hombres comunes y corrientes en otros tiempos. Los avances de la ciencia traerán mejores estándares de vida, nos llevarán a la prevención o cura de enfermedades y fomentarán la conservación de nuestros limitados recursos naturales.

Por otra parte, las implicaciones sociales y culturales del avance de la ciencia durante el siglo XX aún no han sido del todo asimiladas y comprendidas por las sociedades en desarrollo. Así, en México, como en algunos otros países de América Latina, se han formado comunidades científicas que hacen ciencia de buen nivel, pero su impacto social y económico es todavía escaso. Como decía Patricio Garrahan sobre la situación en 1993 en Argentina, pero indudablemente extensivo para la ciencia latinoamericana de nuestros días: "mi país tiene científicos, pero no tiene ciencia". El gran público latinoamericano piensa todavía que la ciencia es una cosa maravillosa que se hace en otras partes del mundo. Lo mismo puede decirse de los líderes políticos de nuestra región: promueven la modernización de nuestros países y su inserción en la economía globalizada, pero piensan aparentemente que el problema de los rezagos en educación y ciencia podrá resolverse una vez que los problemas económicos sean atendidos.

No debería ser tan difícil para los países en desarrollo alcanzar un alto nivel en ciencia y tecnología en relativamente pocos años, como lo han hecho España en Europa y Corea y otros países en Asia. En la famosa plática “Las dos culturas”, C.P. Snow dijo:

No existe evidencia para afirmar que algún país o alguna raza es mejor que otra para aprender ciencia. Por el contrario, hay una fuerte evidencia para afirmar que todas son similares en ese sentido. Extrañamente, cuentan muy poco las bases previas que se tengan o las tradiciones. Es posible llevar a cabo una revolución científica en India, África, el sureste de Asia, Latinoamérica y Medio Oriente en los próximos 50 años. No hay excusa para ignorar esto por parte del mundo occidental.

Los países de la región latinoamericana tienen en común varias características: presentan graves problemas de desarrollo social y económico y una distribución desigual de la riqueza. En varios países, la mayoría de la población sufre de pobreza extrema, las comunidades científicas son pequeñas y los gobiernos les asignan escasos recursos financieros. En un relativamente nuevo contexto de investigación global multidisciplinaria, ¿cuáles son las perspectivas a mediano plazo para los grupos de investigación en los países en vías de desarrollo? ¿Qué formas de cooperación deben darse entre los diferentes grupos y países, tomando en cuenta las limitaciones en la infraestructura para la investigación?

En las próximas líneas presentamos algunos datos de la ciencia mexicana, antes de esbozar el contexto global en el que deben entenderse los principales problemas y retos a los que se enfrenta y plantearse las perspectivas de desarrollo próximo futuro de la ciencia mexicana.

LA CIENCIA EN MÉXICO

En México, la primera cátedra científica fue la de Astrología y Matemáticas, inaugurada en 1637 en la Escuela de Medicina de la Real y Pontificia Universidad de México. Probablemente, el intelectual novohispano más influyente en el siglo XVII fue Don Carlos de Sigüenza y Góngora, quien ocupó en 1672 la cátedra de Astrología y Matemáticas que dejara vacante fray Diego Rodríguez. Don Carlos de Sigüenza

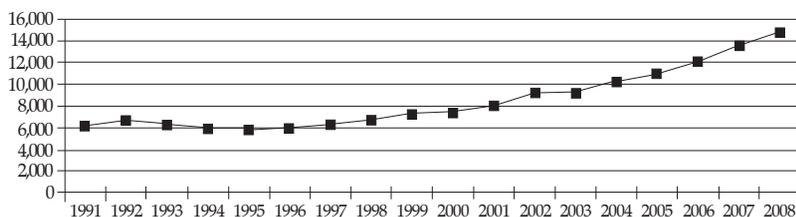
fue un científico a la altura de los europeos, como lo muestra el cálculo de la trayectoria de un cometa visto en varios lugares del planeta.

Después de siglos de letargo, la educación universitaria se reinicia en México a principios del siglo XX, aunque las carreras científicas lo hacen sólo años más tarde asociadas al surgimiento en la década de 1940 algunas facultades de ciencias e institutos de investigación científica.

El inicio moderno de la actividad científica en México puede ubicarse alrededor de 1930, con la fundación de los Institutos Nacionales de Salud. Posteriormente, se ha dado un crecimiento del aparato científico en universidades públicas estatales y federales, y sólo recientemente, en algunas universidades privadas. A pesar de este crecimiento, la comunidad científica en México es muy reducida todavía: hay menos de 30 mil investigadores con doctorado trabajando en el país, la mayor parte de ellos concentrados en instituciones de educación superior.

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que concentra al grupo más productivo de investigadores en instituciones mexicanas (cerca de 15 mil en la actualidad), ha crecido a un ritmo de 11% en los últimos años. Un aspecto digno de mención es la descentralización paulatina del Sistema, que pasa del 80% de investigadores en el DF en 1984 a menos del 45% hoy en día.

GRÁFICA 1
Crecimiento del SNI 1990-2008



Si bien los artículos científicos publicados por científicos mexicanos no representan sino el 0.80% del total mundial, el ritmo de crecimiento anual de la producción coloca a México en el sexto lugar internacional (por arriba de países como Estados Unidos, España y Brasil). Todos estos indicadores muestran una imagen de un país con un sistema científico todavía en formación, pero con un crecimiento sostenido.

Desde 1970, el apoyo por parte del gobierno mexicano a la ciencia ha sido relativamente constante, alrededor de 0.4% del Producto Interno Bruto (PIB), muy por debajo del 1% recomendado por la UNESCO y otras organizaciones. El monto otorgado a la ciencia permite un crecimiento lento del sistema científico mexicano, pero pospone indefinidamente el desarrollo de proyectos más ambiciosos.

Uno de los aspectos más preocupantes para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en México es la baja inversión histórica de capital privado. La industria mexicana se ha desarrollado con base en la mentalidad de "maquila", es decir, importando tecnología y productos manufacturados, generando así una mano de obra barata, no especializada. Esta tendencia parece modificarse en los últimos años, dándose un incremento de menos del 20% de la inversión total en ciencia y tecnología proveniente del sector privado en el año 2000, a cerca del 40% actualmente.

A continuación indicamos algunos aspectos relevantes de las diferentes áreas del conocimiento.

Ciencias exactas

Establecido en 1978, el Observatorio Astronómico Nacional fue el primer centro de ciencia moderna en México, el cual tiempo después se convirtió en el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El área es la más numerosa dentro del SNI (18%) y la que más rápido ha crecido, triplicándose en los últimos 10 años. También es el área que más estudiantes gradúa en maestría y doctorado. Un hecho interesante es que 50% de los doctores que laboran en instituciones mexicanas han obtenido sus grados en universidades públicas del país, lo que refleja una madurez en el sistema educativo, al menos en algunas instituciones.

Posiblemente, el problema más serio al que se enfrentan actualmente estas disciplinas es la falta de interés por parte de los estudiantes. La matrícula conjunta en las áreas de física, química, matemáticas y biología es menor a 2% del total de la matrícula nacional de educación superior, mientras que áreas como contabilidad y administración de empresas acumulan 26% de la matrícula nacional.

Ciencias naturales y de la salud

Cerca del 16% de los investigadores nacionales trabajan en estas disciplinas que han tenido un crecimiento discreto en los últimos años. Como en el caso de las ciencias exactas, el número de investigadores y estudiantes en el área no refleja la importancia de esta disciplina en un país con una enorme biodiversidad y una larga historia de deterioro ambiental. La situación es particularmente crítica en el área de ciencias del mar, pues aunque México es un país privilegiado con respecto a sus recursos marinos debidos a sus dos extensos litorales, su propio Golfo y valiosos recursos pesqueros, sus ecosistemas se han deteriorado drásticamente.

En biomedicina, la producción de artículos científicos ha crecido significativamente en los últimos años. Un reporte reciente de *Science Watch* establece que México es el país latinoamericano líder en lo que respecta a la publicación de artículos en el área de inmunología, y estos artículos tienen un impacto comparable a aquellos publicados en las revistas más prestigiosas del mundo. Por otra parte, los esfuerzos realizados en varias instituciones para desarrollar la medicina genómica han sido muy importantes y podrían servir como modelo para apoyar otras áreas.

Ingeniería y ciencias de la tierra

Los estudios geológicos en México tienen su raíz institucional en el Real Seminario de Minería, fundado en el siglo XVIII. El Instituto Geológico de México se creó en 1888 y se incorporó a la UNAM en el siglo XX. Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de la geología en el siglo pasado fue la exploración petrolera, sin embargo, los estudios realizados por las compañías petroleras no fueron

publicados y tuvieron poco impacto posterior en el desarrollo de las ciencias geológicas.

México tiene sólo 13 instituciones que cuentan con departamentos o institutos en los que se hace investigación científica en esta área y la mayoría de los grupos de investigación son pequeños. Estas cifras son particularmente dramáticas si se considera la importancia que tienen en México aspectos como los recursos energéticos, el agua subterránea, los riesgos volcánicos y sísmicos, y la situación del medio ambiente en diferentes sistemas terrestres.

Aproximadamente, 20% del gasto en ciencia y tecnología se destina a la investigación en diferentes campos de la ingeniería y la tecnología, áreas que atraen a un gran número de estudiantes, acumulando cerca de 30% del total de la matrícula en educación superior. Sin embargo, menos de 10% de aquellos que se inscriben completan sus estudios, comparado con un índice de 25% en países industrializados.

Ciencias sociales y humanidades

En 1910, la Escuela Superior de Comercio y la Escuela de Jurisprudencia, profesiones cuyo estudio y enseñanza se remontan a la época de la Colonia, se incorporaron a la UNAM. Para 1930, existían varias instituciones de educación superior en la ciudad de México y en algunos estados que tenían la tarea de promover la enseñanza de las ciencias sociales y las humanidades.

El crecimiento de las comunidades académicas durante el último cuarto del siglo XX favoreció la formación de comunidades académicas sólidas, logrando alcanzar un peso numérico y una diversidad de líneas de investigación sin precedentes. Sin embargo, este incremento parece haberse detenido a consecuencia del envejecimiento de la planta de investigadores en las universidades públicas, que se acompaña de una reducida política de contratación de nuevos cuadros, debida a su vez a la falta de nuevas instituciones.

POLÍTICAS CIENTÍFICAS: EL CONTEXTO GLOBAL

Antes de la Segunda Guerra Mundial, la investigación científica se llevaba a cabo de manera aislada por profesores universitarios en su

tiempo libre o bien en empresas privadas. En 1933, Herbert Hoover estimaba que entre todas sus fuentes, los Estados Unidos estaban gastando anualmente 200 millones de dólares en aplicaciones de la ciencia y sólo 10 millones en investigación básica. En Europa, la ciencia básica podía obtener recursos de patrocinio comercial o principesco, o a través de las universidades sostenidas por el Estado. En Estados Unidos, el Congreso no había encontrado razones para sostener la educación pública, la industria estaba lejos de reconocer la utilidad de la ciencia y el gobierno estaba interesado en resultados concretos, no en la generación de conocimiento básico. Baste este dato como indicador: hasta 1939, científicos de los Estados Unidos habían recibido sólo 15 de los 128 premios Nobel en Medicina, Física y Química, comparados con los 34 de 67 que recibieron entre 1943 y 1956.

En noviembre de 1939, meses después de la carta de Albert Einstein advirtiendo a Franklin Roosevelt del peligro que representaba para el mundo la creación de la bomba atómica por la Alemania Nazi, un comité especial reportaba a Roosevelt que "la energía atómica era sólo una posibilidad" y se concedían 6 mil dólares para investigar esta línea. En ese momento, Vannevar Bush, un ingeniero eléctrico y pionero del diseño de computadoras que dirigía la National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), precursora de la NASA, obtuvo 20 mil dólares para investigación en defensa asociada a la fisión atómica e inició su trabajo político para convencer al gobierno de la importancia de estas investigaciones. De esta manera, se establecían las bases para la fundación en junio de 1940 de la Office of Scientific Research and Development, dirigida por Bush con la aprobación de Roosevelt. Esta oficina podía contratar trabajo de investigadores de universidades. El corazón de este contrato era reconciliar la necesidad del científico de independencia absoluta con la seguridad de financiamiento por parte del gobierno. El científico contratado sólo se comprometía a realizar investigaciones acerca de un tema y presentar un reporte de resultados en cierta fecha. Ningún intento se hacía de dictar el método para tratar el problema. Al año siguiente se establecían más de 50 contratos con universidades e industrias por más de un millón de dólares cada uno.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta el lanzamiento del Sputnik por la Unión Soviética hace 50 años, el 80% de toda la investigación financiada por el gobierno de los Estados Unidos se justificaba en términos de seguridad nacional. La creación de la

universidad estadounidense de investigación y la explosión industrial de alta tecnología fue impulsada por el financiamiento del Departamento de Defensa. El lanzamiento del Sputnik produjo una imperiosa necesidad de revisar el nivel de la educación pública y el papel de la investigación de carácter civil. Sin embargo, la mayor parte de los recursos invertidos durante la década siguiente fue para el programa espacial tripulado, que en gran medida era un apéndice de los esfuerzos de defensa derivados de la Guerra Fría.

En la década de 1950, cuando crecieron los compromisos geopolíticos promovidos por la Guerra Fría, la investigación y el desarrollo se empezaron a percibir cada vez más no como proveedores de sistemas y procesos vinculados al armamento, sino como generadores de nuevo conocimiento técnico especializado e innovaciones que garantizaban la preeminencia del poderío estadounidense. El nexo ciencia-ejército implicaba una distinción ontológica fundamental, no entre ciencia básica y aplicada, sino entre ciencia secreta y no secreta. La universidad no era así una torre de marfil académica, sino una pieza esencial en el engranaje conocimiento-industria-gobierno. La forma de organizar la ciencia a partir de estas raíces estuvo dominada por las ciencias físicas, justificada por su papel en el desarrollo de tecnologías y caracterizada por la dependencia de los científicos de los recursos gestionados ante las agencias financiadoras. Así, 90% del presupuesto federal para CyT en Estados Unidos a mediados de la década de 1960 se canalizó a través del Departamento de Defensa, la NASA y diversas agencias promotoras de investigación en energéticos. Todavía hoy, casi 70% del gasto federal se canaliza a través de estas agencias.

Mientras la Guerra Fría justificaba un enfoque *arriba-abajo* para el establecimiento de prioridades en investigación y desarrollo, la ideología de la investigación básica exigía que estas prioridades se establecieran de *abajo-arriba*, determinando los propios científicos cuáles eran las líneas de investigación más fructíferas, a partir de la base de la evaluación por pares en función de la calidad de las propuestas. Así han funcionado siempre agencias como la National Science Foundation y los National Health Institutes. En gran medida, la idea romántica del científico explorando las fronteras del conocimiento se ve fuertemente limitada por la burocracia y las decisiones políticas acerca de las prioridades científicas tanto en el ámbito gubernamental como en el de las universidades. Dentro de estas limitaciones no se puede poner en duda la validez del esquema del

desarrollo de la ciencia básica basado en científicos autónomos financiados por el Estado.

Es de gran importancia entender dos de las técnicas administrativas desarrolladas para contender con la relación ciencia-gobierno a partir de la Segunda Guerra Mundial. Estas técnicas son la *revisión de pares* y el *sistema de proyectos*, y representan para la ciencia básica lo que para la empresa libre es el capitalismo: elementos útiles, apreciados, convenientes en caso de polémicas, pero, en muchas ocasiones, irrelevantes.

El *sistema de revisión por pares* fue desarrollado por fundaciones filantrópicas antes de la Segunda Guerra Mundial. Está basado en la idea de que los científicos son los más calificados para evaluar proyectos de otros científicos. Este sistema ha sido criticado por favorecer la ortodoxia y desfavorecer a los científicos jóvenes, pero sus principios no han sido puestos en duda. Lo mismo puede decirse del sistema complementario: el *sistema de proyectos*, que se basa en la ficción de que el gobierno apoya al científico que presenta el proyecto y no a la institución a la que éste pertenece. Este sistema de proyectos es todavía considerado por muchos como fundamental para el progreso de la ciencia, pero cada vez es más cuestionado por algunos. Así, en la década de 1960 el entonces presidente de la National Academy of Sciences, Frederick Seitz, decía que:

[...] los más graves problemas del sistema de proyectos se centran en primer lugar, en el apoyo selectivo que se da a proyectos con base en prejuicios prevalecientes en la comunidad científica; segundo, a que se ignora el papel de la administración académica de las universidades; y finalmente, en que ha hecho posible a investigadores ignorar completamente su papel como maestros de licenciatura.

Durante el siglo XX se ha producido, al menos en los países desarrollados, una vinculación cada vez mayor de la ciencia en la formulación de políticas públicas. Esta nueva función del conocimiento científico ha conducido a la aparición de una nueva actividad científica con características particulares, en particular la llamada *ciencia regulada* (o dirigida), en contraste con la clásica *ciencia académica*.

La práctica de la ciencia académica se produce en ambientes de consenso, con estándares de control metodológico por pares y con base en la calidad de los proyectos. En la ciencia regulada, por el

contrario, las normas de evaluación son más difusas, controvertidas y sujetas a consideraciones políticas. En este último caso, las controversias entre expertos es común y se dan en ocasiones debates de carácter público.

Desde el punto de vista de la opinión pública, al menos en los países desarrollados en la década de 1960, el valor social, cultural y económico de la ciencia parecía ser aceptado mayoritariamente. Al mismo tiempo, la cultura popular parecía comenzar a aceptar que la empresa científica debía ser puesta a escrutinio público de manera sistemática y desinteresada. La democratización estaba alcanzando prácticamente todos los ámbitos de la administración pública, incluidas la ciencia y la tecnología. En ese contexto, hoy debemos tener en cuenta a los ciudadanos y grupos sociales interesados como agentes relevantes en la actividad científica.

En este sentido, en julio de 1999 se realizó en Budapest el Congreso Mundial sobre la Ciencia patrocinado por la UNESCO y el International Council for Science (ICSU) con la participación de delegados de 140 países y representantes de numerosas organizaciones vinculadas con la ciencia. El Congreso se clausuró con la aprobación por el plenario de una *Declaración sobre la ciencia y el uso del conocimiento científico*, en la cual se pretendía articular el nuevo contrato social para la ciencia.

El nuevo contrato social para la ciencia debe incorporar la participación de todos los agentes sociales, basarse en el acercamiento entre ciencia y sociedad, y estimular la ciencia como herramienta indispensable en el mundo moderno, pero abriendo ésta a la comprensión y los valores de los ciudadanos. El desafío es construir los instrumentos y mecanismos institucionales que hagan posible un diálogo efectivo entre los diversos actores involucrados en los procesos de investigación científica y toma de decisiones políticas. A pesar de la magnitud del reto, y por utilizar una metáfora de Federico Mayor, director general de UNESCO durante el Congreso de Budapest, "se trata de un baile del que nadie puede quedar excluido".

Sin embargo, este proceso de democratización y transparencia tiene efectos diversos en el ámbito de la ciencia. La propia comunidad científica informa de una crisis de confianza y moral en el ámbito académico debida a la pérdida de autonomía motivada por la creciente demanda de responsabilidad por parte del público, y la disolución de la comunidad debido a la competencia por reconocimiento y financiamiento.

Hay una tensión inherente a la relación entre los científicos y el Estado democrático, la cual resulta del entrelazamiento de dos sentimientos que, a su manera, son igualmente persuasivos y políticamente correctos. Por un lado, tenemos la convicción de que la investigación científica puede obtener sus mejores frutos a favor de la sociedad si son los propios científicos los que determinan qué se ha de estudiar basados en criterios de calidad y en la propia experiencia científica. En palabras de Michael Polanyi a principios del siglo XX:

la búsqueda del conocimiento científico sólo puede ser organizada dando completa independencia a todos los científicos maduros. La función de las autoridades públicas no es planear la investigación, sino crear las oportunidades para su búsqueda: todo lo que tienen que hacer es dar facilidades a todo buen científico para que siga sus propios intereses en la ciencia.

O bien, en palabras de Alan Watermann, ex director de la National Science Foundation: “la investigación básica es una actividad altamente especializada; no es un campo donde el juicio del hombre común tenga validez. Consecuentemente, su planeación y evaluación debe quedar en manos de científicos expertos y competentes”.

Por otro lado, las sociedades democráticas tienen razones legítimas para preocuparse por ese estado de cosas y sentirse ofendidas ante la falta de rendición de cuentas por parte de estos grupos de expertos.

CRECIMIENTO: EL SISTEMA EDUCATIVO Y EL SISTEMA DE INVESTIGACIÓN

En el periodo que va de 1980 al 2006, las instituciones públicas de educación superior duplicaron su número y se hicieron más grandes. En ese lapso, el número de egresados por año se cuadruplicó, llegando a ser de más de 330 mil en el 2006.

De la misma manera, los posgrados crecieron, en ocasiones de manera desorganizada. En los últimos años, el Conacyt introdujo el programa de Posgrado Nacional que permite a los estudiantes de los posgrados seleccionados contar con apoyos para la realización de sus estudios. Entre 2002 y 2007, el número de becas otorgadas por el Conacyt se incrementó en 67 por ciento.

Sin embargo, muchas carreras científicas presentan problemas graves. En efecto, su matrícula disminuyó en términos relativos y en algunas universidades también en números absolutos. Carreras de contaduría y administración pasaron de contar con 16% de la matrícula en 1980 al 27% en el 2000, mientras que biología, matemáticas, química y física todas juntas no llegan actualmente al 2 por ciento.

En cuanto a la formación de recursos humanos, es importante destacar el bajo número de doctorados mexicanos (1 800 en 2006, mientras en Brasil se llegó a 10 mil doctorados en ese año). El problema no puede ser entendido en forma aislada: debe tenerse en cuenta la baja matrícula de las carreras científicas y el escaso mercado laboral para los doctorados fuera del ámbito académico.

Otro problema preocupante es el envejecimiento de la planta de investigadores. Dos problemas se combinan para producir un aumento de la edad promedio de los investigadores mexicanos (que se puede medir en el aumento promedio de la edad de los investigadores en el SNI en los últimos diez años: cuatro meses cada año). Por una parte, la escasez de nuevas plazas destinadas a jóvenes investigadores; y por otra, el bajo número de investigadores mayores que se jubilan. Este último fenómeno es a su vez ocasionado por las ridículas condiciones de retiro en muchas de las universidades del país.

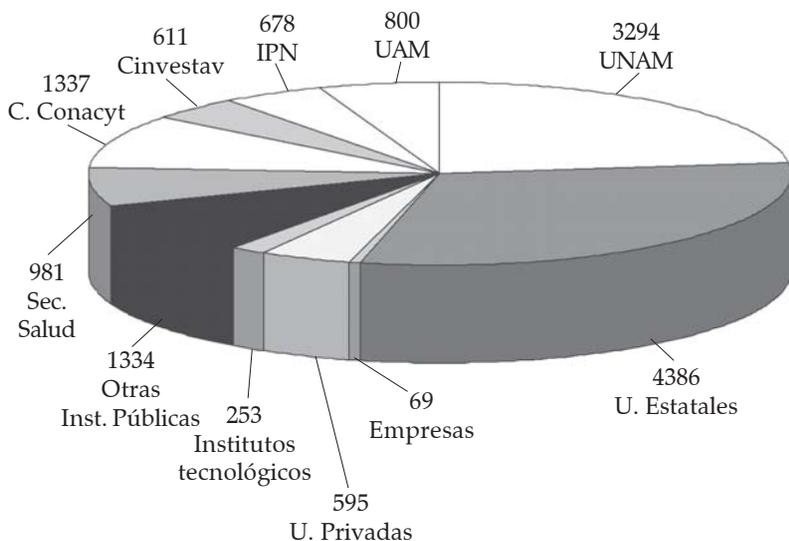
CUADRO 1
Miembros del SNI (1990-2008) en algunos intervalos de edad

Año	Total SNI	SNI 31-40	% 31-40	SNI 51-60	% 51-60
1990	6165	3073	49	764	12
1995	5868	2545	43	825	14
2000	7466	2448	32	1407	18
2005	10904	3195	29	2281	20
2008	14681	3875	26	3869	26

**CONSOLIDACIÓN DEL SISTEMA MEXICANO:
UNIVERSIDADES Y REDES DE INVESTIGACIÓN**

El principal nicho de desarrollo científico en México se ha dado en las universidades públicas. En lo que concierne a ciencia, por su tradición, por su tamaño y por la calidad de sus investigadores, la institución más representativa en el país es la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la cual se produce cerca de 40% del total de la investigación científica que se hace en México, seguida por las otras instituciones federales: la UAM, el Politécnico Nacional y el Cinvestav.

GRÁFICA 2
SNI: distribución por sectores, 2008



Otra importante fuente de investigación en México es el Sistema de Centros Conacyt, que incluye 30 centros de investigación en todas las disciplinas del conocimiento y cuenta con casi 30% de todos los investigadores del país. Los centros están situados, en su mayoría, fuera de la Ciudad de México, lo que hace que este sistema sea particularmente importante.

El proceso de descentralización ha logrado que el sistema de universidades públicas estatales sea ya el de mayor presencia en el volumen de investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Sin embargo, difícilmente podemos hablar del “sistema de universidades públicas” ya que hay poca relación funcional y de colaboración académica entre estas instituciones.

En efecto, la reflexión de Patricio Garrahan antes citada es todavía válida para Argentina, como lo es para otros países de la región latinoamericana, incluido México. Tenemos investigadores individuales y grupos de investigación, en algunas áreas determinadas, con alto nivel académico, que producen ciencia de gran interés y publican en las mejores revistas del mundo. En pocas palabras, tenemos científicos. Por otro lado, la interacción entre estos grupos de científicos es escasa, la infraestructura nacional de laboratorios es pobre, y una buena parte de los grupos de investigación trabajan en malas condiciones y con raquíticos apoyos. No existe un aparato científico desarrollado: no tenemos ciencia. De la misma manera, Eugene Garfield notaba que en los grupos de alto nivel latinoamericano se forman “islas de competencia”, lo que se evidencia en que raramente se citan los artículos producidos por otros grupos del mismo país y muy pocas veces se comparte la infraestructura científica, tan cara y escasa en la zona.

En años recientes, una corriente mundial que se origina en los países más desarrollados parece revertir la tendencia a la competencia entre los grupos de investigación: la creación de redes de investigación. Probablemente inspiradas en el funcionamiento de las neuronas en el cerebro humano o en la red global de Internet, las redes de investigación buscan conectar grupos de investigación con intereses comunes para la resolución de problemas de gran dificultad e interés. La relación entre los centros de investigación sigue reglas sencillas y flexibles que resultan ser muy poderosas al sumar expertos en diferentes áreas y con diferentes visiones a la búsqueda común de soluciones, compartiendo recursos, infraestructura y, finalmente, resultados.

Mucho se ha escuchado sobre la importancia de la competencia en la ciencia y en otras actividades humanas: se selecciona a los más fuertes o hábiles, cada cual lucha por demostrar su superioridad sobre los otros y para ello busca la propia superación. La formación de redes apunta en otra dirección conceptual y ética. La ética de la confianza y la colaboración permite a los participantes de una red reducir la

competencia, ayudarse a resolver problemas científicos, intercambiar estudiantes, en fin, sumar fuerzas. En cierto sentido, la red científica convierte a todos los participantes de la red en colegas: todos comparten ideas, todos comparten la infraestructura tecnológica de la red.

En pocas semanas, el Conacyt presentará el programa Redes Temáticas de Investigación que buscará articular grupos de investigación en 12 áreas temáticas, con la finalidad de permitir movilidad y colaboración a los principales grupos de investigación en el país dentro de cada uno de los temas de la redes (y, por supuesto, transversalmente también).

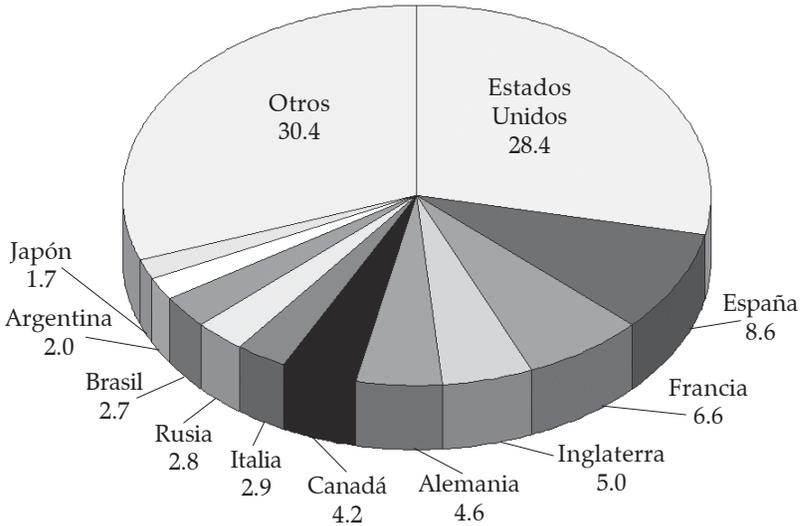
Pero no sólo en investigación científica es importante el trabajo en redes. Según un estudio reciente del MIT Sloan School of Management, las interconexiones y relaciones de las redes científicas y comerciales son importantes para el progreso de ambas. El proceso de invención, desarrollo tecnológico, patentamiento, consultoría y establecimiento de empresas se potencia con la interacción de grupos de expertos en diferentes áreas. Los beneficios de estas redes van más allá de los avances científicos y técnicos: los académicos dan confianza a los inversionistas y pueden funcionar como líderes de opinión en círculos industriales.

Varios países –España, Canadá, entre otros– mantienen redes de investigación importantes. La Comunidad Europea ha hecho también esfuerzos por crear redes de colaboración científica a escala internacional con la participación de los países miembro.

La globalización puede aprovecharse para una integración efectiva en esquemas multinacionales que permitan alcanzar un progreso más balanceado y de manera más rápida. Esta integración debería permitir la gestión de recursos, información y desarrollo de infraestructura, y el intercambio de investigadores y estudiantes en un marco de respeto a la soberanía nacional por parte de todos los involucrados.

Hay al menos dos asuntos que deben mencionarse en este contexto. Uno es la falta de proyectos en educación y ciencia como parte del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA, por sus siglas en inglés). Es una lástima que en un acuerdo tan ambicioso e incluyente, estos importantes tópicos fueran esencialmente ignorados. Hay temas de interés mutuo que podrían tratarse en seminarios y talleres; hay estudiantes y profesores que estarían interesados en participar en programas de intercambio; se puede establecer colaboración entre universidades, planear visitas de expertos y programar

GRÁFICA 3
 Porcentaje de artículos de mexicanos
 en colaboración con nacionales de otros países



muchas otras actividades que podrían formar parte de una agenda inteligente de NAFTA para educación y ciencia. Un segundo tema que podría considerarse conjuntamente por nuestros países es la designación de grupos bilaterales o trilaterales de científicos para el estudio de problemas relevantes. Estos grupos de expertos trabajarían por un periodo corto en la formulación de recomendaciones a los gobiernos en temas particulares.

Por otra parte, la integración latinoamericana en asuntos científicos permitiría que los recursos de los países se unieran y, por tanto, incrementaran su utilización estratégica y eficiente. Permitiría asimismo la creación y el financiamiento de proyectos conjuntos de investigación sobre problemáticas comunes y contribuiría a que la preparación de estudiantes de la región estuviera apoyada de manera eficiente, reduciendo así la "fuga de cerebros". Para echar a andar correctamente este proceso de integración, se requiere de la convicción de los gobiernos de los países latinoamericanos y de la puesta en práctica de un proyecto común por parte de las oficinas de ciencia y tecnología de dichos países.

PRESUPUESTO Y PLANEACIÓN

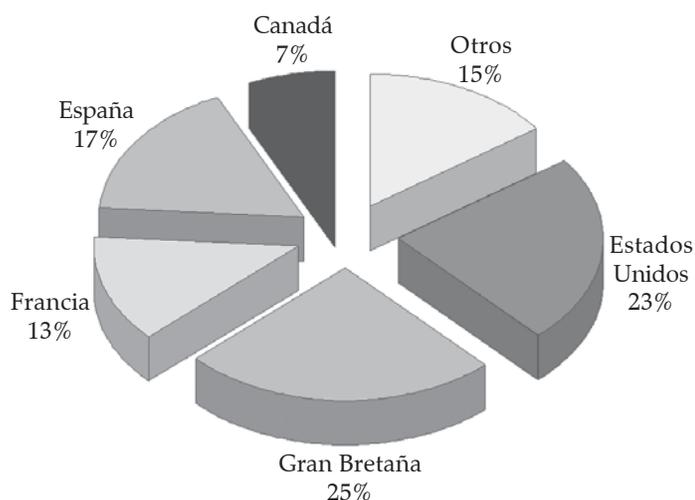
A mediados del siglo XX, cuando la gran mayoría de las facultades y los institutos de investigación científica ya se habían establecido, tanto en México como en la mayor parte de América Latina prevalecía un ánimo optimista: pronto seríamos parte de los países desarrollados. Sin embargo, a pesar de pequeños logros, la batalla económica no parece irse ganando. En promedio, la brecha económica entre los países desarrollados y los países del llamado Tercer Mundo se amplía día con día. Por otra parte, no sorprende saber que los países que han mejorado significativamente su situación económica son aquellos que más han invertido en el desarrollo de su planta científica y tecnológica: la inversión en ciencia de España se multiplicó cinco veces en los últimos 30 años y su ingreso per cápita lo hizo 7.4 veces, mientras que Corea del Sur, cuya inversión en ciencia creció nueve veces, multiplicó su ingreso per cápita por un sorprendente factor de 25.

En el pasado, los gobiernos mexicanos no han entendido que el apoyo económico a la educación, la ciencia y la tecnología es una inversión para el futuro del país. Nuestras necesidades en otros aspectos de la vida diaria no justifican la baja inversión en el desarrollo científico y tecnológico. Lo opuesto es también cierto. El hecho de que México sea un país del Tercer Mundo se debe a la falta de atención que por siglos han padecido la educación y la cultura. La ciencia en México no es un lujo, es quizá la única salida que nuestro país tiene para alcanzar un bienestar económico y social, y la única manera de asegurar la estabilidad y la soberanía.

Los recursos que se asignan a ciencia y tecnología, medidos en proporción del PIB, son bajos (menos del 0.4% en los últimos años). Esta proporción GFCYT/PIB sitúa a México en el lugar más bajo entre los países de la OCDE, aun en comparación con Chile o Brasil, que superan ampliamente el porcentaje mexicano. El porcentaje de inversión del Estado mexicano es todavía menor calculado por investigador: por cada peso que se paga en salario de un investigador, menos de 30 centavos se invierten en apoyo a la ciencia. Una de las sensibles consecuencias de este último dato es el escaso apoyo para la instalación de infraestructura y para la creación de nuevos centros de investigación (desde 1990, el Conacyt sólo agregó un nuevo centro a su sistema de 26 centros de investigación).

Hay grandes retos para el futuro de la ciencia en México. La tarea más importante será desarrollar la investigación científica en la mayoría de las universidades del país. Obviamente, este reto requerirá de una mayor inversión de tiempo y dinero, ya que habrá que preparar científicos en los campos apropiados y crear las condiciones y la infraestructura necesaria en las universidades. Al mismo tiempo, se deberán identificar algunas áreas estratégicas para formar recursos humanos en tópicos de particular interés para el país. Como ejemplos basten los siguientes: aun cuando México tiene un enorme litoral y vastos recursos marinos, prácticamente no se hace investigación en estos temas; México es el quinto país más rico en biodiversidad, pero todavía no hay planes ni estrategias para explotar su potencial; México depende económicamente del gas y petróleo que exporta, pero casi no se hace investigación en fuentes alternas de energía. El país debería crear centros científicos en estos y otros temas estratégicos y promover el estudio de los mismos en las universidades. Adicionalmente, los becarios que salgan al extranjero deberán ser orientados en la decisión del lugar y tema en que trabajen.

GRÁFICA 4
Destino de los becarios Conacyt 1990-2008



En resumen, no sólo se requieren más recursos, sino toda una planeación estratégica que considere los siguientes aspectos:

- Definir prioridades temáticas.
- Enfocar esfuerzos en formación de estudiantes, investigación y aplicaciones en los temas prioritarios.
- Invertir recursos privados y públicos en esos temas.

IMPACTO: VINCULACIÓN CON LA INDUSTRIA, ECONOMÍA Y SOCIEDAD

A pesar de un aumento en años recientes, uno de los aspectos más preocupantes del desarrollo de la ciencia y tecnología en México es el escaso apoyo del sector privado e industrial. Como una consecuencia, podemos señalar el muy reducido número de patentes registradas por empresas mexicanas. Por ejemplo, del total de 8 098 patentes concedidas en México en 2006, sólo 131 fueron concedidas a mexicanos. Cabe hacer notar que de las patentes otorgadas en 2006 sólo 40% fueron concedidas a investigadores laborando en empresas.

El problema de la baja inversión es parte del círculo vicioso ocasionado por la alta desvinculación academia-industria. Así, uno de los grandes retos próximos para la ciencia mexicana es la vinculación del sector académico con el sector empresarial, lo que acelerará la modernización de la infraestructura industrial del país y ayudará a crear fuentes de trabajo bien remuneradas para los egresados de carreras científicas o de las ingenierías. Este proceso es vital para el desarrollo económico.

La infraestructura tecnológica mexicana dista mucho de los estándares internacionales. Sin embargo, México ha aumentado la manufactura de productos de mediana y alta tecnología, lo que en parte se refleja en un importante crecimiento de subsidiarias de firmas extranjeras. Asimismo, grandes firmas han tenido que modernizar sus procesos de producción y tecnología en respuesta a la creciente presión por ser competitivas. La importancia de la transferencia de conocimiento tecnológico generado en el exterior radica en su valor potencial para que las empresas residentes generen innovaciones que se reflejen en una mayor competitividad internacional y en el estímulo local para aumentar la inversión del gasto en investigación y desarrollo experimental.

La situación es diferente con pequeñas y medianas empresas, muchas de las cuales tienen un acceso muy limitado a información, nuevas tecnologías y mercados. Recientemente, se han auspiciado algunos programas para proveer apoyo tecnológico a este tipo de empresas con la integración de redes de producción y acceso a los recursos financieros necesarios para modernizarse.

El gobierno mexicano debe dar un tratamiento diferenciado a las grandes empresas, que deberían estar invirtiendo en creación de conocimiento y tecnología y promoviendo su vinculación con la academia; y a las pequeñas y medianas empresas, que deberían invertir más en transferencia de tecnología. Una gran cantidad de acciones de simplificación administrativa, la promoción de inversión privada en forma de capital de riesgo, el apoyo al registro de patentes en el medio académico y privado, y una mejor distribución y aprovechamiento de los programas de deducciones fiscales son todavía posibles y deben darse en el futuro próximo.

Conclusión

México tiene grupos de investigación de alto nivel académico y un sistema incipiente de ciencia aún por consolidar. Algunas problemáticas requieren atención prioritaria: el envejecimiento de la planta académica, el desarrollo de redes de investigación en el país, el escaso desarrollo de la tecnología como consecuencia de la desvinculación de la academia y la industria. Pero no sólo una mayor inversión de recursos en apoyo del sistema es importante, la planeación estratégica es fundamental: ¿en qué áreas formar a nuestros futuros científicos?, ¿en qué temas y sitios planear nuestros futuros grupos de investigación?, ¿cómo atraer mayor capital privado hacia la investigación y desarrollo de tecnología? Las respuestas no son únicas, pero requieren de la atención de los diferentes actores –gobierno, científicos y empresarios– por igual. La definición del futuro de México depende de estas interacciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Academia Mexicana de Ciencias (2003), *Estado actual y perspectivas de la Ciencia en México*.
- Banco Mundial (2002), *Constructing knowledge Societies: New challenges for tertiary education. Directions in Development*.
- Conacyt (2007), *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2002 a 2007*.
- De la Peña, José A. (2005), "La percepción pública de la ciencia en México", revista *Ciencias*, abril-junio, UNAM, México, pp. 30-36.
- (2004), "Un vistazo a la ciencia en México", revista *Ciencia Ergo Sum*, vol. 11, julio-octubre, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Greenberg, Daniel (1999), *The Politics of Pure Science*, The University of Chicago Press, Chicago (edición sobre el original de 1967).