

La ciencia y la tecnología como ejes de la competitividad de México

Legislando la agenda social



Colección Legislando la agenda social

*La ciencia y la tecnología como ejes
de la competitividad de México*

Primera edición: julio de 2006

D.R. © Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública
Cámara de Diputados / LIX Legislatura

Coordinación de la colección
Adriana Borjas Benavente
Mónica Bucio Escobedo

Cuidado de la edición
Alejandro López Morcillo

Corrección de estilo
Fernando Cruz Benítez

Diseño y formación
Alejandro López Morcillo

ISBN: 968-9097-02-4

Av. Congreso de la Unión 66
Edificio G, Piso 3,
Col. El Parque, México, D.F.
Tel. 5628-1300, exts. 4490 y 1896
Correo electrónico: cesop@congreso.gob.mx

Índice

Presentación	7
Ciclo <i>Legislando la agenda social</i>	9
Introducción	15
Ciencia, ¿para qué? <i>Miguel Rubio Godoy</i>	27
La formación científico-tecnológica y los jóvenes <i>Julieta Fierro</i>	39
Recuentos sobre la formación de un joven científico mexicano: coyunturas estructurales que atentan contra el desarrollo científico y tecnológico del país <i>Francisco Barona-Gómez</i>	51
Gran acuerdo nacional sobre ciencia y tecnología para fomentar la innovación, la competitividad y el desarrollo integral de México <i>Octavio Paredes López</i>	59
Hacia un acuerdo nacional para fomentar el desarrollo, la innovación y la competitividad de México con base en el conocimiento <i>José Luis Fernández Zayas</i>	67

La importancia de una política para la innovación <i>Carlos Bazdresch</i>	81
La infraestructura científica como determinante de la competitividad <i>Claudia N. González Brambila</i>	89
La innovación en México <i>Leonardo Ríos Guerrero</i>	101
Competitividad empresarial e innovación tecnológica <i>Sergio Ampudia Mello</i>	105
Vinculación academia-industria: una visión desde la biotecnología <i>Francisco Xavier Soberón Mainero</i>	109
Estrategias basadas en la ciencia y la tecnología para incrementar la competitividad en México <i>Rosalinda Contreras Theurel</i>	117
El impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de México <i>David Romo Murillo</i>	127
Políticas públicas para la vinculación de la ciencia con la sociedad <i>René Drucker Colín</i>	195
La federación del fomento al desarrollo científico y tecnológico: hacia una agenda legislativa nacional <i>Miguel Odilón Chávez Lomelí</i>	203
Acerca de los Autores	217

Ciencia, ¿para qué?

Miguel Rubio Godoy

Más de un compatriota se habrá hecho esta pregunta, particularmente cuando ocasionalmente se entera del quehacer de los científicos mexicanos: ¿de qué sirve estudiar las estrellas, los electrones, los ecosistemas, las plantas, los peces? En estas líneas pretendo contestar a la pregunta del “para qué” de la ciencia; y reiterar que la investigación científica es el motor de la innovación tecnológica y por lo tanto está íntimamente ligada a la competitividad del país. Ambas, innovación tecnológica y competitividad, son manifestaciones de una tradición científica que se renueva constantemente y es capaz no sólo de adaptarse al cambio, sino que puede generarlo: se trata de un sistema sustentable, como la vida misma. Quisiera también plantear la hipótesis de que la ciencia no únicamente apuntala la competitividad de un país, sino además la sustentabilidad ecológica, económica y social —únicamente es competitiva a mediano y largo plazo una nación que apuesta por la consecución y la continuidad de estos aspectos fundamentales—. Para ello, es indispensable que el país

cobre conciencia de la relación existente entre ciencia, tecnología, desarrollo, competitividad y bienestar; me refiero al país en su conjunto: gente común y corriente en plazas y mercados, estudiantes, amas de casa, campesinos y pescadores, industriales, políticos de los poderes Ejecutivo y Legislativo, autoridades federales, estatales y municipales. Me refiero al país en su conjunto pues la creación y el sostenimiento de una comunidad científica sólida capaz de generar tecnología y mantener la competitividad de manera constante es una decisión de política nacional: implica la valoración de la ciencia como motor del desarrollo del país y la decisión de invertir en ella de manera sostenida; requiere eliminar la generalizada impresión de que es necesario apoyar a la ciencia casi por caridad o por cumplir con recomendaciones de organismos internacionales, y sustituirla por la convicción de que una ciencia nacional vigorosa apoyará el crecimiento de la industria; presupone la comprensión de que no todos los rendimientos de las inversiones se miden con variables económicas ni se recuperan en un santiamén.

La tecnología es la hija práctica de la ciencia; sin ciencia no hay tecnología, y sin tecnología no hay competitividad. Comúnmente se opina que hay dos tipos de ciencia, la *básica* y la *aplicada*, siendo la segunda aquella vertiente del quehacer científico encaminada a la resolución de problemas prácticos, aterrizados, inmediatos. Sin embargo, parafraseando a Louis Pasteur, se podría argumentar que no hay ciencia básica ni ciencia aplicada, únicamente aplicaciones de la ciencia: primero hay que generar conocimiento y únicamente después de creado se puede utilizar. La aplicación del conocimiento generado mediante el método científico para resolver problemas u optimizar

procesos particulares en la industria y otras ramas es lo que conocemos como *tecnología*. En México no somos ajenos a las ventajas de la tecnología para incrementar la productividad y por ende la competitividad; pero históricamente se ha optado por un modelo de crecimiento basado en el bajo costo de la mano de obra, la disponibilidad y comercialización de materias primas y la utilización de tecnología importada. Por ello la competitividad del país depende en buena medida de factores externos: el costo de la tecnología importada, el tipo de cambio del peso ante divisas extranjeras, los precios internacionales de las materias primas, etc. Dada esta ecuación, la utilización de tecnología generada en México sería decisiva para mejorar el desempeño y la competitividad del país, mediante la reducción de la dependencia económica y tecnológica del extranjero, la aplicación de la tecnología para mejorar procesos y productos, y la paulatina conversión del país de exportador de materias primas a proveedor de tecnología y productos con valor agregado.

Pero aunque se reconozca la valía de la tecnología, no hay una conciencia clara de la relación que guarda con la ciencia. Este desconocimiento puede simplemente deberse a ignorancia pues, para fines prácticos, una proporción de la población es analfabeta científica; no intento refugiarme en mi torre de marfil y desde ahí predicar: me refiero al hecho demostrable de que muchos compatriotas no únicamente desconocen los detalles y la relevancia de la actividad científica en sus diferentes manifestaciones, sino que desconocen sus potencialidades: no saben cómo aplicar la ciencia en su vida cotidiana, ni qué se puede hacer con ella. Las más recientes cifras sobre educación compiladas por la Organización para el Crecimiento y el Desarrollo

llo Económico (OCDE)¹ indican que los estudiantes de secundaria en México ocupan el lugar 34 de 41 países evaluados en la capacidad de comprensión de lectura y ciencias, y 35 en matemáticas. La evaluación de la capacidad para comprender la ciencia tomó en cuenta 1) conceptos científicos; 2) procesos científicos; y 3) la situación y área de aplicación de la ciencia. En particular, se evaluó la capacidad de los educandos para identificar la utilidad de la ciencia en la vida cotidiana; y la conciencia de la implicación de los adelantos científicos y tecnológicos en la resolución de problemas médicos, económicos y medioambientales. Este estudio demuestra que nuestros estudiantes tienen una pobre capacidad para relacionar, aplicar y elaborar conclusiones científicas; en pocas palabras, demuestra que son analfabetas científicos –la falta de habilidades lingüísticas y matemáticas también es alarmante: es indispensable mejorar la educación de los mexicanos–. Me atrevería a sostener que el desconocimiento del valor y las potencialidades de la ciencia no se limita a los estudiantes de secundaria en México; también abarca a muchos compatriotas, incluyendo algunos tomadores de decisiones políticas, económicas e industriales. Un reciente estudio de Marcelino Cerejido y Laura Reinking² llegó a la misma conclusión. Quizás de ahí la extendida idea de que la ciencia es un gasto, no una inversión.

Esto nos lleva al segundo problema que enfrenta la ciencia en México: la escasez e intermitencia de fon-

¹ OCDE, *Literacy Skills for the World of Tomorrow-Further Results*, PISA, 2000, Organización para el Crecimiento y el Desarrollo Económico, París, 2003.

² Marcelino Cerejido y Laura Reinking, *People without Science*, Vantage, Nueva York, 2005.

dos. De las fuentes tradicionales de apoyo para la investigación científica, la industria, el gobierno y las fundaciones privadas, las primeras dos no han invertido consistentemente en la creación de una comunidad científica nacional. La industria nacional las más de las veces gasta en patentes extranjeras y poco o nada invierte en capacitación e investigación nacional; por descontado, la industria extranjera en general se dedica a hacer la investigación mínima necesaria para poder vender sus productos en el país, estos últimos producidos con tecnología importada. Hay poquísimas o nulas consultas de industriales a centros de investigación para resolver problemas o mejorar procesos particulares; en contraparte, también hay poco éxito de los esfuerzos de vinculación de la academia con la industria. Se podría resumir la actitud imperante en la mayoría de los industriales como poco aventurera en cuanto a inversiones (cuando menos en investigación), y centrada en la obtención de réditos casi inmediatos. Esto es parcialmente comprensible considerando que el proceso de investigación y desarrollo de productos hasta poder ser comercializados es sumamente caro y riesgoso. El gobierno adolece de algunos de los vicios que he citado, y también tiene algunos propios: quizás el central sea la falta de voluntad política de crear una comunidad científica vigorosa y viable. Si bien es cierto que desde hace décadas el Estado mexicano ha apoyado la formación de recursos humanos y la investigación científica, el apoyo no siempre ha sido sostenido ni estratégico: es difícil que los científicos recién formados encuentren plazas de trabajo, y la investigación científica está sujeta a los vaivenes políticos. Si se pretende que la ciencia nacional crezca de manera orgánica, al igual que un organismo, requiere de alimentación

—para simplemente permanecer en el estado en que se encuentra, requiere un mínimo de inversión y que el número de nuevos científicos sea equiparable al de aquellos que se retiran—; huelga decir que para crecer es necesaria una mayor inversión financiera destinada no sólo a proyectos de investigación, sino también a la formación de más recursos humanos y a la creación de plazas de trabajo e infraestructura para cuando terminen su formación. Se trata de una apuesta a largo plazo, no limitada a programas sexenales o incluso de menor duración. Y el comportamiento del gobierno en cuanto al apoyo a la ciencia ha sido poco conducente a su desarrollo durante ya varios años: los fondos han sido intermitentes pues los programas gubernamentales a veces se operan pero a veces no (por ejemplo, programas de repatriación y de contratación de investigadores post-doctorales); los fondos llegan con mucho retraso debido en buena medida a un proceso burocrático lento y que además merma el caudal de los fondos mismos; y finalmente, la cantidad destinada a la ciencia no sólo no ha mantenido sus niveles históricos, sino que incluso ha disminuido en años recientes. En este ambiente falto de continuidad y escaso de apoyo es donde laboran los cerca de 10 mil científicos con que cuenta el país: la cifra corresponde a los miembros del Sistema Nacional de Investigadores, e incluye a candidatos e investigadores en todas las disciplinas de ciencias exactas y sociales. Pensar que hay 10 mil investigadores para apoyar el crecimiento y la competitividad de un país de 103 millones de habitantes es ilustrativo: se ha realizado cierto esfuerzo institucional para crear una comunidad científica, pero falta mucho más y es cosa de decisión política de largo aliento y generosa amplitud.

Un tercer problema de la ciencia en México consiste en que las estructuras necesarias para lograr que un descubrimiento científico se convierta en una innovación tecnológica están desvinculadas: el país cuenta con un archipiélago de entidades de mayor o menor tamaño cuyos esfuerzos aislados no tienen la repercusión que podrían de estar coordinados. Me refiero a las distintas instituciones de educación superior y centros de investigación, a la industria y a las dependencias gubernamentales –todos son celosos de su trabajo y la idea de las colaboraciones multidisciplinarias involucrando diversas instituciones es casi siempre exactamente eso: una idea.

Ante esta perspectiva y como científico activo en México, reconozco que el panorama actual es un reto que gustoso acepto –pero aclaro que sí me gustaría emprender mi labor con más apoyo–; creo que mi actitud reflejaría la de la mayoría de los científicos del país. Y acoto que no pido por pedir, pues estoy convencido de que la labor científica es valiosa y rinde frutos en distintas ramas; de ahí la necesidad (¡la obligación!) que tenemos los científicos de pontificar –pero en el sentido primigenio, semántico de la palabra–. *Pontífice* es aquel que tiende puentes: los científicos aparte de continuar nuestra labor investigativa tenemos la obligación de establecer puentes entre nuestro quehacer y la sociedad. Existen por lo menos dos puentes indispensables para mejorar la competitividad del país mediante la ciencia: la divulgación y la vinculación. La divulgación idealmente implica no sólo explicar en qué consiste nuestro trabajo o la ciencia, sino, sobre todo, en asociarla a la vida diaria de las personas –en lograr que la sociedad comprenda cómo la ciencia puede incidir sobre problemas cotidianos: dejar claro

que las tecnologías de hoy fueron los descubrimientos científicos de ayer—. Es fundamental que los científicos expongamos y ofertemos a la sociedad en su conjunto los beneficios probables y probados de nuestro trabajo. El segundo puente esencial consiste en lograr la vinculación entre las distintas entidades que pueden convertir el descubrimiento científico en tecnología y competitividad: tenemos que interactuar más estrecha y generosamente con nuestros colegas dentro y fuera de nuestras instituciones, y con las agencias gubernamentales y privadas ya existentes para apoyar el esfuerzo. No sólo se comprobará que la unión hace la fuerza, sino que se optimizará notablemente el uso de los aún escasos fondos destinados a la investigación y el desarrollo.

No por vanagloria, sino por conocimiento de causa, me gustaría pontificar un poco usando como ejemplo mi propio trabajo y sus potenciales alcances —científicos, económicos, sociales y medioambientales—. Soy parasitólogo y estudio la biología básica de los gusanos que infectan a los peces. Esta confesión podría generar la pregunta con la que inicié mi ponencia: ¿para qué estudiar los parásitos de los peces? Determinar qué parásitos ocurren en los peces de agua dulce que estudio en las montañas de Veracruz me permite establecer si los peces que los albergan evolucionaron en América del Sur o del Norte; inferir el estado de conservación y la complejidad de las cadenas alimenticias de los cuerpos de agua donde obtuve las muestras; y también conocer la biodiversidad del país, pues aunque tengan mala fama, los parásitos son parte integral de los ecosistemas. La generación de este conocimiento constituiría una aportación a la “ciencia básica” y es acorde con las metas y objetivos del Instituto de

Ecología, A.C., a saber, contribuir al conocimiento, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad.

Saber qué bichos tienen los peces de río además me permite prever con qué se pueden infectar los peces de granja; y conociendo el peligro, se pueden prevenir y tratar infecciones, reduciendo la mortalidad y mejorando la productividad de las piscifactorías. En Veracruz hay muchas granjas acuícolas, tanto de agua fría en la montaña como de caliente en la planicie costera. Me interesan en particular las truchas, cultivadas en buena parte de la vertiente oriental de la Sierra Madre, en granjas comerciales que surten a los restaurantes de las ciudades; y en pequeñas factorías rurales pensadas como fuente de ingreso y alimentación en zonas marginadas. Ambos tipos de granja se dedican a engordar truchas juveniles o alevines, que compran de otras entidades, a veces tan alejadas como el Estado de México. Pero el origen de las truchas en realidad es más distante aún: en México importamos hueva —y como si nos hiciera falta!—. Los esfuerzos pioneros por producir hueva de trucha y otros peces en el país también han sucumbido a la falta de continuidad —y visión!—. Así, hoy pagamos por obtener hueva extranjera en vez de crear cepas nacionales de peces; que no sólo serían más saludables para la economía nacional, sino más saludables a secas: es probable que los peces mexicanos sean más efectivos que los importados para lidiar con los parásitos mexicanos, y por lo tanto enfermen menos y crezcan mejor. En Veracruz hay esfuerzos pioneros surgidos de las comunidades mismas para producir truchas a partir de hueva: por ejemplo, un grupo de ejidatarios de Xico se acercó hace cuatro años a la Universidad Veracruzana para buscar asesoría de cómo hacer una incubadora y la temporada pa-

sada lograron producir y vender 100 mil alevines 100% veracruzanos. Sería deseable que este esfuerzo continuara su exitosa trayectoria, y se replicara en otras comunidades de montaña: la producción y venta de peces les ha permitido a los campesinos mejorar un poco su situación económica y su nutrición, y limita en cierta medida su necesidad de trabajar como jornaleros para subsistir, arraigándolos en la comunidad, lo cual constituye un beneficio social evidente. Aparte de estos beneficios directos, me gustaría pensar que la mejoría económica se puede traducir en una mejoría medioambiental. Para empezar, la disponibilidad de opciones productivas reduciría el impacto del pastoreo y del desmonte para sembrar, así como la tala del bosque para la obtención de madera. Además, al ser la acuicultura una fuente de riqueza que depende directamente de la calidad del agua, la comunidad probablemente empezaría a preocuparse por cuidar la cuenca que nutre la granja; inicialmente por interés económico, ojalá después por convencimiento. La salud de una cuenca depende en buena medida del bosque que contiene; y una cuenca sana proporciona muchos servicios ambientales, como producción de agua, regulación del clima, regeneración del suelo y protección de la ciudadanía contra las inundaciones —el hecho de que las furias del dios Tajín, deidad totonaca del rayo, haya resultado en tanta destrucción el año pasado es un aviso de la poca salud de nuestras cuencas—. Y estoy convencido de que la ciencia puede ayudar a convertir en realidad este tipo de proyectos, a revertir los daños que hemos infligido al entorno, y en el proceso, mejorar la calidad de vida de los mexicanos y la competitividad del país. Para eso sirve estudiar los parásitos de los peces; los insectos de los ríos; los árboles de

los bosques; los efectos de la tala y el pastoreo; en fin, la ciencia. El estudio sistemático y objetivo de los fenómenos naturales permite conocerlos y manipularlos de manera sustentable; permite la aplicación de tecnología para optimizar la utilización de nuestros recursos, y para mejorar nuestra competitividad. Para terminar con mi ejemplo: la ciencia sirve para producir un superávit de peces saludables, que se pueden procesar para venderlos como productos con valor agregado (en vez de vender a 45 pesos el kilo de trucha fresca en Coatepec, Veracruz, se pueden vender en lo mismo 250 gramos de trucha preparada en el Palacio de Hierro); la ciencia permite calcular cuánta madera se puede obtener de un bosque de manera sustentable y sin que pierda su capacidad de prestar servicios ambientales; la ciencia puede mejorar la productividad y competitividad del quehacer forestal, la agricultura, la actividad pecuaria; y por descontado de la industria. La cosa es querer...

Los ejemplos de la ventaja competitiva que confiere la generación y la aplicación de la ciencia son antiguos o no tanto: por un lado, ahí están los países industrializados, que desde hace por lo menos dos siglos invierten de manera consistente en la ciencia. El ejemplo más reciente son las economías emergentes de Asia, con quienes hace dos o tres décadas competíamos más o menos en igualdad de circunstancias. Hoy sus tasas de crecimiento económico e índices de competitividad sobrepasan por mucho los nuestros; también sus índices de educación y comprensión de la ciencia, y su inversión en investigación e infraestructura científicos. De ahí la importancia de la divulgación de la ciencia a todos niveles; es necesario que los mexicanos pensemos en la ciencia como una inver-

sión, no como un gasto. Todos, ciudadanos, científicos, industriales y políticos debemos apostar por la educación y la ciencia como motores de la competitividad; como beneficio adicional a nuestra apuesta, podemos lograr un país sustentable social, económica y ecológicamente.