

INVESTIGACION CIENTIFICA Y DESARROLLO

EUGENIO MENDEZ DOCURRO

Ingeniero en Comunicaciones Eléctricas de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional.— Realizó estudios en el extranjero en la Universidad de Harvard, E.U.A. y obtuvo su Maestría en Ciencias en dicho centro de estudios en el año de 1949.— Ha desempeñado cargos docentes como profesor de enseñanza técnica superior y como profesor adjunto e investigador del Centro de Investigación del I.P.N.— Pertenece a múltiples asociaciones profesionales, tanto nacionales como extranjeras.— Ha publicado diversos trabajos y presentado ponencias sobre la enseñanza de la ingeniería y la investigación científica y tecnológica, así como sobre temas de su especialidad profesional.— Actualmente ocupa el cargo de Subsecretario de Comunicaciones y Transportes (desde el 1o. de Enero de 1965).

1. INTRODUCCION

En los últimos tiempos y en todo el mundo se agudiza la preocupación por las hondas desigualdades en los niveles de vida que prevalecen entre los diferentes países de la tierra y por la inequidad en la distribución de la riqueza dentro de los propios países. Los diversos grados de desarrollo entre las naciones, resultantes del proceso histórico, tienden a acrecentar su diferencia aceleradamente y a aumentar la brecha que existe entre las naciones avanzadas y las llamadas en vías de desarrollo o subdesarrolladas.

El creciente interés por el problema planteado se apoya en este supuesto: el grado de preparación que un pueblo tiene para enfrentar los retos que presenta la vida moderna, presente y futura, es determinante no sólo para su bienestar sino también para su misma supervivencia.

La historia nos enseña que a las diferentes culturas y civilizaciones de la humanidad corresponden ciertas manifestaciones sociales, actitudes y modos de vida, conocimientos científicos y el dominio de algunas técnicas, junto con la actividad económica en general y el ejercicio del poder político. Aparentemente ha existido una correlación entre la fortaleza de la civilización y las aptitudes del pueblo para aprovechar recursos naturales y humanos, dominar la naturaleza e imponer reglas de convivencia que le procuren preeminencia y satisfacción.

En el pasado fue posible que individuos aislados pudieran dedicarse al cultivo de las ciencias: hay múltiples casos que nos recuerda la historia. Alguien ha dicho que Leibnitz fue el último hombre de saber universal y aunque esta aseveración no se enunció como expresión literal de los hechos, señala el principio de una transformación que empezó a notarse a partir del siglo XVIII; fue imposible desde entonces que un hombre, por culto, inteligente y estudioso que fuese pudiera acumular un acervo cada vez más amplio de saber.

Con el decurso del tiempo la civilización abandona los conocimientos caducos, adquiere otros y acentúa las especializaciones, sin que esto último implique que los especialistas deban carecer de una cultura ajena a su propia disciplina. Lo cierto es, sin embargo, que en la actualidad la erudición ha dejado de ser el

objetivo de la educación superior y de la investigación.

El adelanto en las ciencias y las tecnologías que en los últimos siglos tuvo como sede el continente europeo y, más recientemente, Norteamérica, ha sido de tal naturaleza y alcance que las diferentes naciones no pueden considerarse compartimientos impermeables a la influencia del exterior. Los descubrimientos, las exploraciones, las conquistas, las colonizaciones, los inventos y las innovaciones que antes tomaban siglos se realizan ahora en tiempos brevísimos por el dominio técnico que han alcanzado algunas sociedades. Se colige, pues, que la ciencia y la tecnología son ingredientes sustanciales de un desarrollo general; que los pueblos que no poseen la capacidad de absorber y generar conocimientos y técnicas quedan irremediamente a la zaga y que su atraso relativo será cada día mayor con todos los riesgos de orden social, económico y político que ello implica.

En las últimas décadas el concepto de tecnología ha sufrido un cambio extraordinario. El antecedente remoto de lo que hoy se entiende por tecnología fue su concepción como "un conjunto de reglas para ejecutar con maestría un arte o un oficio", idea ésta que tuvo vigencia hasta el siglo XVII.

El mencionado concepto evolucionó después y se le definió en el sentido de "totalidad de los métodos empleados para proveer los medios necesarios de comodidad y subsistencia a la humanidad".

La expansión inusitada de las tecnologías, particularmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, transformó esencialmente su connotación, pues con motivo de tal expansión se cubre hoy una amplia gama de problemas de gran complejidad. Sólo en niveles muy inferiores podrían ser válidas todavía, si se insistiera, las definiciones primitivas.

Uno de los principales obstáculos para el manejo de la tecnología en la solución de las cuestiones que plantea una sociedad es la muy extendida falta de comprensión de una consecuencia característica de la tecnología, a saber: el hecho de que toda tecnología, por su misma naturaleza, genera cambios.

Si la innovación es el mecanismo mediante el cual los resultados de la ciencia y la tecnología propician el incremento de la riqueza, la política que guíe el desenvolvimiento de estas

ramas del conocimiento debe procurar que la innovación sea una ventaja para la mayoría.

Dado el carácter cambiante de la innovación tecnológica adquieren capital importancia los pronósticos que se hagan en esta materia y el sentido más importante del interés en tales pronósticos radica en nuestra habilidad de escoger los desarrollos tecnológicos que deseamos acelerar para moldear nuestro propio futuro. La tecnología nos ofrece una amplia gama de opciones; el pronóstico confronta las alternativas; la planeación facilita el camino para alcanzar las metas.

Es decir, ante las alternativas de futuros posibles se reconoce que ciertas intervenciones apropiadas pueden crear la diferencia entre sus respectivas probabilidades. Este aspecto del problema eleva la exploración del futuro y la búsqueda de medios para influenciar su dirección a la categoría de actividades de gran responsabilidad social.

Sentado el papel que la ciencia y la tecnología juegan en el progreso económico y social de las naciones, existe, sin embargo, una gran confusión en cuanto a su valoración y en cuanto al sincronismo que debe existir entre el progreso de una y otra con la actividad económica, los propósitos sociales que se sustentan y las tesis políticas que alientan todo el esfuerzo de un pueblo.

Hasta hace muy pocos años un país podía proponerse un plan de desarrollo científico indiscriminado que admitía abordar todos los campos con la intensidad que permitiesen los recursos disponibles.

El acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología, la multiplicación de disciplinas y especialidades, la creación y surgimiento de nuevas ciencias y de multitud de nuevas tecnologías, impide ahora cultivar con igual intensidad todos los campos del conocimiento y todas sus posibles aplicaciones, y ha sido necesario tomar decisiones con base en algún criterio racionalizador de los propósitos, a fin de concentrarse en ciertos proyectos que son deseables y abandonar o posponer otros que lo son menos. Este hecho involucra inevitablemente un intento de planear el desarrollo de ciencia y tecnología, y aunque en pocos países hay propiamente una política general e integrada en esta materia, en muchos de ellos, particularmente en los más avanzados, se han adoptado políticas sectoriales,

propósitos deliberados o proyectos específicos mediante los cuales se canalizan recursos humanos, materiales y financieros en la consecución del avance de la ciencia y la tecnología.

Esos grandes programas ajenos a una política integrada, suelen no ser óptimos desde el punto de vista del aprovechamiento de recursos, y originan grandes derroches. Sus motivaciones se encuentran en el "prestigio nacional", en propósitos castrenses y en otras causas que no siempre coinciden o sólo colateralmente ayudan al objetivo último de la ciencia; además, tales programas ni mejoran los sistemas educacionales, ni atienden los intereses de la colectividad o la satisfacción de sus necesidades.

En cuanto al papel que puede jugar la ciencia y la tecnología en un país, diríase que es factible, en cierta medida, hacer ciencia y tecnología sin que se adviertan efectos importantes en los niveles de vida y en el bienestar de la población; podría también decirse que el desarrollo general implica la investigación científica y tecnológica; pero, evidentemente, no puede partirse de la utopía de que la ciencia y la tecnología se crean y aplican mágicamente al desarrollo. En los países avanzados se observa como rasgo común que la investigación está estrechamente ligada a su actividad general en materia de recursos disponibles, de aprovechamiento de inventos e innovaciones, de desarrollo de prototipos, de industrialización y comercialización de productos.

2. EL PROBLEMA EN LOS PAISES SUBDESARROLLADOS

Es un hecho que los cuadros de científicos y técnicos en los países subdesarrollados son mucho menores que los existentes en los países más industrializados. Los estudios preliminares muestran, además, que el gasto en investigación y desarrollo representa una muy pequeña parte del PNB (alrededor del 0.2 ó 0.3 por ciento) mientras que en los países industrializados se dedican proporcionalmente entre 4 y 10 veces más de sus recursos a la investigación. En los países en desarrollo los gobiernos financian una gran proporción de la investigación y desarrollo (generalmente del 80 al 90 por ciento) en tanto que el sector privado, en general, ni financia ni realiza investigación. Por otra parte, las

actividades conectadas con la investigación y el desarrollo tanto dentro como fuera de los centros de educación superior se encuentran dispersas entre un gran número de unidades, y su coordinación es limitada.

Una reorientación y un nuevo impulso a las actividades científicas de los países en desarrollo podrían contribuir significativamente a su crecimiento, pues el apoyo a tal infraestructura permite, entre otras cosas, emplear mejor la tecnología que se adquiera en los países avanzados.

Conviene anotar una situación universal: los países menos desarrollados dedican sus mayores esfuerzos en materia de investigación y desarrollo al sector agrícola. Es explicable esa preocupación y esa decisión, pero también debe entenderse que el abandono de otros sectores retrasaría el progreso general. Baste reflexionar en el hecho de que los países que han alcanzado mayor productividad agrícola son precisamente los más desarrollados, y que ningún país cuya principal producción sea la agrícola ha resuelto su problema de niveles de vida, bienestar y progreso generalizado.

Dentro de las causas que originan las llamadas brechas tecnológicas sobresalen las siguientes:

a) La capacidad científica y tecnológica. Se trata de un prerrequisito pero no es una base suficiente para tener éxito en la generación de innovaciones y en la industria que requiere investigación intensiva.

b) El mercado. Es un factor importante y limitante que condiciona la realización del potencial científico y tecnológico.

c) El sistema educacional.

d) Las técnicas de administración, incluida la administración de la propia investigación, y el pronóstico tecnológico y el de mercados.

La creciente importancia de las industrias apoyadas en la investigación intensiva y con alto contenido tecnológico, el creciente costo de introducción a los mercados y el cada vez menos atractivo papel de la inversión directa y de las compañías internacionales en el proceso de la transferencia de tecnologías, son los factores que explican la importancia política del debate en torno a la indagación de las brechas tecnológicas.

De entre la amplia gama de medidas que a nivel nacional pueden contribuir a elevar la capacidad científica y tecnológica y las

posibilidades de éxito para originar innovaciones cabría sugerir las siguientes:

a) el adecuado empleo, utilización y retribución de los técnicos y hombres de ciencia;

b) la concentración de los esfuerzos de innovación en unidades de dimensiones viables;

c) la calidad del ambiente, que debe incluir la disponibilidad de capital de riesgo; la disponibilidad de servicios de administración, pronóstico tecnológico e indagación de mercado; facilidades para el suministro de componentes de alta calidad; abastecimiento de materiales y maquinaria; y trabajadores bien entrenados y de aptitudes flexibles;

d) la correcta administración de la innovación tecnológica, acoplando los pronósticos técnicos con la previsión del mercado, particularmente en cuanto se refiere a productos sujetos a cambios tecnológicos rápidos;

e) la elección de los tipos de productos a los que un país debe dedicar especial empeño y para los que debe formular una estrategia agresiva de desarrollo vigoroso y de explotación de tecnologías nuevas.

Es pertinente anotar que independientemente de los grados de desarrollo relativo entre las naciones más industrializadas, se pueden detectar fácilmente transferencias efectivas de tecnología entre ellas, en tanto que es infrecuente observar la transferencia de una tecnología a un país subdesarrollado, a menos que esa tecnología sea obsoleta. Debe colegirse, por tanto, que la ausencia de capacidad científica y técnica en los países subdesarrollados es un impedimento para absorber tecnologías y desde el punto de vista más práctico debe reconocerse que la efectividad industrial de las naciones depende mucho más de su capacidad de aprovechar el cuerpo existente de conocimientos científicos básicos, donde quiera que haya sido originado, que de su capacidad para contribuir a ese cuerpo de conocimientos.

Debe también tomarse en cuenta que a veces es preferible y acaso más factible introducir innovaciones en los procesos que en los productos mismos, lo cual no es sorprendente. Hay poca necesidad y poca ventaja en inventar un producto dos veces; pero una vez que el producto ha sido inventado hay todavía alguna ventaja si se produce más barato.

El rendimiento de un país en cuanto a innovaciones tecnológicas se refiere ha sido definido como la proporción en la cual se introducen y difunden en su economía nuevos y mejores productos y procesos de elaboración.

Es preciso observar que "innovación" es diferente de "invención". Esta última es el establecimiento o la postulación de la factibilidad técnica de un nuevo o mejor producto o proceso. La transformación de un invento en innovación normalmente requiere trabajo de desarrollo, junto con actividades manufactureras y de mercado.

Sobre este particular debería procederse críticamente y no intentar imitaciones extralógicas. La tendencia en los países más industrializados es generar nuevos productos para enfrentarse al desafío peculiar de sus opulentos mercados. La tendencia en países en vías de desarrollo debería ser la de encontrar métodos de elaborar esos productos para sus mercados, por medio de versiones mejoradas y más baratas o más adecuadas.

Quizá para liberarse del peso abrumador de la brecha tecnológica se debería escoger una vía diferente de desarrollo más realista y productiva y adoptar criterios para generar condiciones propicias al éxito en la innovación.

3. EL CASO DE MEXICO

Mucho se ha tratado sobre los procedimientos para lograr el desenvolvimiento integrado de México y se han sugerido varias soluciones, muchas de las cuales inciden en que es preciso intensificar la investigación científica.

Encontrar soluciones a un problema tan complejo es una tarea formidable que requiere información, estudio y acuciosas y exhaustivas discusiones, pero es incierto que la sola intensificación de la investigación científica sea capaz de producir una solución completa.

En nuestro país se realiza con algún éxito la investigación científica y muchos de nuestros investigadores han logrado estatura y reconocimiento internacional. Sin embargo, la llamada investigación tecnológica, que es la que juega un papel inmediato e importante en el desarrollo general, es insuficiente y se produce aisladamente.

Las investigaciones, sea que se las clasifique como básicas, tecnológicas, industriales o de cualquier otro modo, son incapaces por sí solas

de inducir un desarrollo integrado. Se requiere de una interacción dinámica entre la investigación básica, la tecnológica y la industrial para generar un cuerpo funcional y coherente en esta materia, en la inteligencia de que tal estructura debe unirse apropiadamente a la actividad económica del país.

En México, donde los recursos son limitados, debemos entender que un desarrollo general y sano incluye ciertamente el desarrollo económico con su contenido de producción creciente mediante una mayor productividad y un uso adecuado de la tecnología moderna; pero que también incluye el desarrollo social con sus componentes de salud, educación, salubridad, alimentación, vivienda, vestido y servicios públicos para el pueblo.

Cualquier diseño de una política en materia de ciencia y tecnología no solamente requiere de una congruencia en sí mismo, sino que debe formar parte de la política general de desarrollo. En todas las naciones, y particularmente en México, es el Estado el que fija esa política general y da impulso y coherencia a los esfuerzos que se realizan en el campo de la investigación científica y tecnológica.

Cabe advertir, sin embargo, que la investigación científica implica, por su naturaleza, un carácter internacional; luego las decisiones que se adopten al respecto deben asumir esa dimensión mundial de la investigación. Hay disciplinas en las cuales la necesidad de la cooperación internacional es conspicua como en el caso de la astronomía, la oceanografía y la meteorología. No sería posible un gran desarrollo en estos aspectos si a la ciencia y a la tecnología se les sujeta a los marcos tradicionales, institucionales y administrativos.

Debe agregarse otra tesis directriz de una política científica, a saber: la investigación se promoverá con vistas al desarrollo social y a las necesidades de la comunidad.

4. ALGUNOS ASPECTOS SOBRESALIENTES

El concepto moderno del Estado mexicano que instauró la Constitución de 1917, comprende el papel del gobierno como promotor principal del desarrollo; en efecto, los artículos 3o., 27 y 123 constitucionales son pilares básicos del sistema político nacido de la

revolución, y en acatamiento a sus mandatos el poder civil se transforma en el creador principal de las infraestructuras sociales y económicas de México: la primera, integrada por la educación, la salubridad y la vivienda popular; la segunda, por la base energética, el riego, los transportes, las comunicaciones y otras actividades productoras de bienes y servicios.

Es innegable que el Estado ha desarrollado una magna obra de fomento y regulación de la economía al legislar con un sentido eminentemente nacionalista y con vistas al bienestar colectivo, en los campos de la explotación de hidrocarburos y minería, Banco Central, instituciones de crédito, energía eléctrica y otros importantes aspectos en los que desempeñan un papel esencial los organismos descentralizados y las empresas de participación estatal.

El Estado mexicano es consciente de la importancia de la ciencia y la tecnología, y mediante disposiciones legislativas y a través de la participación que tiene en organizaciones regionales o mundiales que se ocupan del tema, ha manifestado su preocupación y su interés.

Una expresión de la decisión del Estado mexicano para impulsar el desenvolvimiento de la ciencia y la tecnología fue la creación, en 1942, de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica transformada, en 1950, en el Instituto Nacional de la Investigación Científica, el cual fue reorganizado en 1961. Este Instituto es un organismo descentralizado que tiene a su cargo la función de incrementar y coordinar la investigación científica dentro del marco de desarrollo general.

La ley que rige las actividades del Instituto Nacional de la Investigación Científica le confiere amplias facultades y se advierte en el espíritu del legislador que trató de otorgarle el rango de organismo oficial para intervenir de modo activo en la promoción de la investigación científica y tecnológica. Sin embargo, la realidad jurídica es diferente a los hechos, y esta divergencia ha ocasionado que el Instituto no pueda cumplir cabalmente con la gama de funciones que la ley le atribuye. Las limitaciones presupuestarias lo han obligado a seleccionar, dentro de su vasto campo de acción, aquellas que procuran satisfacer las necesidades más urgentes que enfrenta el país en materia de investigación científica. Esas

funciones son:

- a) la preparación de investigadores y profesores de alto nivel a través del otorgamiento de becas;
- b) apoyo a la investigación científica realizada en instituciones nacionales;
- c) el estímulo para difundir los resultados de la investigación científica mediante ayudas económicas destinadas a sostener y editar revistas especializadas;
- d) la ayuda económica a investigaciones sobre el estado actual de la ciencia y la educación superior en el país, que permitan formular proyectos de reformas y de políticas en ambos campos.

Vale la pena mencionar lo que el Instituto Nacional de la Investigación Científica ha podido realizar en estos aspectos. (Ver cuadros anexos.)

El progreso sólido de la ciencia requiere fundamentalmente una motivación, la formación de un mayor número de investigadores, el establecimiento de metas y objetivos, y la financiación del esfuerzo que debe realizarse. Estos componentes darían cuerpo a una política científica.

La historia debe ser para nosotros una potente motivación: las sociedades que sobreviven son las que han respondido con decisión a los desafíos de su tiempo, y han construido instituciones para elevarse a la altura de los apremios del futuro. Si esta voluntad debe ser algo más que una mera intención, precisa asumirla en objetivos que satisfagan las necesidades de la comunidad.

Se reconoce, por otra parte, que los recursos técnicos son tan importantes como los naturales y los financieros en el desarrollo de la economía y en la satisfacción de las necesidades sociales; los recursos naturales y el dinero no podrían por sí solos sostener un desarrollo general que asegurase, además, nuestra independencia económica y política. De allí la importancia vital de preparar investigadores, profesores y técnicos capaces de manejar tecnologías extranjeras y de producir la propia. Este razonamiento justifica la preocupación y la decisión del Instituto Nacional de la Investigación Científica de destinar la mayor parte de sus recursos a tan importante propósito.

Los objetivos que en materia de ciencia y tecnología desee lograr nuestro país deberán tomar en cuenta el equilibrio que debe existir entre los programas científicos y tecnológicos y la realización de la justicia social en la paz y en el progreso.

Por una parte, deberá alentarse el propósito de la investigación fundamental, que es el conocimiento de la naturaleza y de las incógnitas que el hombre se plantea ante el Universo.

Tendrán que contar, además, las metas de orden social, los requerimientos más urgentes y las aspiraciones colectivas de mediano y largo plazo.

Deberá reconocerse que el impulso del Estado es el determinante para el desenvolvimiento de la ciencia y la tecnología.

Deberá crearse el mecanismo que permita el planteamiento a la comunidad científica de los problemas que enfrenta el país con su jerarquización; esta será una forma sugerente de estimular la investigación. También deberán proveerse los medios para financiar la inversión y el gasto que requiera la investigación, el desarrollo, y la aplicación de sus resultados a la solución de los problemas que se planteen.

En la agricultura se ha hecho un esfuerzo deliberado por mejorar la producción en cantidad y calidad mediante el establecimiento de escuelas, de campos de experimentación, de apoyo a la investigación y a los servicios de extensión agrícola. Cabe recordar también los programas sostenidos que ha habido en México en materia de riego y caminos, siguiendo los cuales se ha logrado una amplia infraestructura y, además, han inducido la preparación de personal especializado y ayudado a la creación de tecnologías; de igual manera deberían llevarse a cabo, entre otros, programas tendientes a la aplicación de los resultados de la investigación científica para modernizar la educación, para mejorar los servicios, para incrementar la producción y acrecer la calidad de bienes de consumo deseables y convenientes.

Es decir, para que se materialice el beneficio que puede aportar el cultivo de la ciencia y la promoción de tecnologías, se requiere precisar los problemas y fijar los objetivos que la nación se propone alcanzar; y un plan de financiación que facilite la realización de la investigación y permita patrocinar jerarquizadamente el fomento de la nación.

Un aspecto de gran importancia que deberá tomarse en cuenta se refiere a la distribución geográfica de los recursos técnicos. Hay la tendencia de concentrar la investigación en los núcleos de más alta competencia, a fin de satisfacer mejor y más rápidamente los requerimientos de los diferentes programas sectoriales o nacionales. Este procedimiento induce una preeminencia cada vez más acusada de ciertos puntos o regiones del país, y les otorga las ventajas que justifican concesiones mayores de fondos para sus actividades. Los problemas que emergen con este motivo contraponen calidad y equidad, beneficio inmediato y beneficio a largo plazo. Lo conveniente para el bienestar del país es provocar condiciones mediante las cuales todas las regiones puedan desarrollar equilibradamente sus propios recursos técnicos y fortalecer los centros de influencia regional. De este modo, se generalizaría la aptitud de los mexicanos de participar en el inminente futuro tecnológico y se adjudicaría a la ciencia y a la tecnología su justo papel en la promoción del bien público.

La conjunción coherente y funcional de esos componentes principales sustentarían una política para la ciencia dentro del ámbito de la política nacional de desarrollo. Quizá convenga anotar, para tipificar la complejidad del problema, que la jerarquización de los problemas no podría llevarse a cabo unilateralmente por el Estado sin el concurso consciente e ilustrado del pueblo. Se advierte que si la economía nacional soporta el esfuerzo de investigación y desarrollo, debe fortalecerse el mercado de bienes y servicios y en particular de manufacturas de alto contenido tecnológico nacional. Es necesario, en consecuencia, como parte de la política de desarrollo expandir la educación básica, elevar los niveles de vida material y social de la población y vigilar el correcto funcionamiento de los medios colectivos de difusión, con el objeto de lograr que el pueblo mexicano acceda a la instrucción, a la adquisición de conocimientos y a la obtención de la información que le permita decidir con sentido crítico la producción de los servicios y bienes que le convengan.

5. PERSPECTIVAS

Si se hubiese intentado hace 30 años llevar a

la práctica las disposiciones y los buenos deseos del Estado mexicano en su cabal amplitud, quizá no hubiese sido posible. Había mentes lúcidas compenetradas de la importancia del problema y preocupadas por hallar soluciones, pero no existía el ambiente propicio ni el número suficiente de mexicanos preparados para la investigación, y aún privaba cierta desconfianza entre los usuarios virtuales de los productos de la investigación hacia los trabajos que se realizaban entonces.

En la actualidad, aunque todavía estamos lejos de poseer los cuadros de técnicos y de hombres de ciencia que fomentarían un avance acelerado, se cuenta con la "masa crítica" que puede llevar adelante las tareas científicas.

No está por demás insistir en el hecho de que el plan de becas para graduados auspiciado por el Instituto Nacional de la Investigación Científica ha sido indudablemente un factor determinante en la formación de profesores e investigadores de alto rango, y que esa intervención del Instituto ha contribuido a colocarnos en la posición de despeje para el desenvolvimiento de la ciencia y la tecnología.

Desde hace algunos años el propio Instituto, a pesar de sus escasos recursos financieros, decidió registrar lo que tenemos en ciencia y tecnología y las posibilidades de progreso en cada uno de los campos, y con ese propósito financió varios estudios que hizo el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, en los siguientes aspectos:

- a) Un inventario del estado actual de la investigación científica y tecnológica en México.
- b) Un directorio de los institutos de investigación científica y tecnológica.
- c) Un estudio sobre los indicadores de la eficiencia de la productividad científica.

Extendida, por otra parte, la preocupación por este tema y expresado abiertamente el deseo de fortalecer la ciencia en México como ingrediente esencial del desarrollo general, el Estado, una vez más, toma la iniciativa para la consecución de ese propósito. En efecto, el C. presidente Díaz Ordaz ordenó al Instituto Nacional de la Investigación Científica, por conducto de la Secretaría de la Presidencia, la elaboración de un proyecto para el desarrollo

de la ciencia y la tecnología. Este hecho tiene importancia en sí mismo; y, además, le da rango y fortaleza al órgano de consulta y promoción que el propio Estado ha creado para atender estos problemas.

Para cumplir el mandato que recibió del presidente de la república, el Instituto Nacional de la Investigación Científica creyó indispensable conocer la opinión de los usuarios actuales o potenciales de los resultados de la investigación científica, de las entidades financieras de los sectores público y privado, de las cámaras industriales y comerciales, de las entidades que hacen investigación científica y de los centros que preparan personal técnico y científico; pero fundamentalmente, ha recogido la opinión de los mexicanos que se dedican a la investigación.

Los trabajos, que están en pleno proceso y en los que participan directamente más de 700 personas conectadas con la investigación, certifican la existencia de un clima favorable, el extraordinario entusiasmo de la comunidad científica y su decisión de responder con prontitud, dedicación y eficacia al llamado que el jefe del Estado les ha hecho por conducto del Instituto Nacional de la Investigación Científica. El Instituto y todos los mexicanos que participan en esta importante tarea tendrán la oportunidad de entregar al presidente de la república un proyecto de política del desarrollo científico y tecnológico que será, sin duda, un legado importante que deje la actual administración a la próxima.

El proyecto en cuestión buscará ampliar la investigación científica y tecnológica sobre la base de adecuadas estructuras institucionales, de una eficiente planeación y de recursos humanos y financieros apropiados y comprenderá la vinculación estrecha entre la investigación y los problemas económicos, políticos y sociales de la comunidad nacional.

México ha venido librando numerosas luchas en la conquista de la meta que constituye el fundamento básico y la finalidad última de la república: la plena realización de los mexicanos —de todos los mexicanos— en los órdenes material y social, en convivencia pacífica y justa con todos los pueblos. Primero fueron la independencia, la libertad individual y la igualdad política; ahora pretendemos alcanzar la libertad económica en la justicia social.

La tradición humanista del país nos coloca

en la senda correcta: queremos desarrollo científico y tecnológico que fomente el engrandecimiento espiritual y la capacidad del hombre para conseguir formas de convivencia generosas y justas, y de ninguna manera para subyugar el talento o explotar a los demás. Ciencia y libertad son, para nosotros, dos caminos que convergen en la edificación de una

sociedad ajena a la destrucción y a la violencia. Ubicarnos en un plano decoroso dentro de la ciencia y la tecnología modernas es un nuevo reto al ingenio de los mexicanos; habremos de desplegar un magno esfuerzo pero, una vez más, la historia de México nos infunde audacia y optimismo.

CUADRO No. 1

SUBSIDIOS OTORGADOS AL INSTITUTO NACIONAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA, POR EL GOBIERNO FEDERAL, DE 1962 a 1970

| Año | Inicial | Ampliación | Total |
|------|-----------------|--------------|-----------------|
| 1962 | \$ 1'500,000.00 | \$ 5,393.20 | \$ 1'505.393.20 |
| 1963 | 1'500,000.00 | 1'000,000.00 | 2'500,000.00 |
| 1964 | 2'500,000.00 | 1'000,000.00 | 3'500,000.00 |
| 1965 | 3'500,000.00 | 500,000.00 | 4'000,000.00 |
| 1966 | 4'000,000.00 | | 4'000,000.00 |
| 1967 | 4'000,000.00 | | 4'000,000.00 |
| 1968 | 4'000,000.00 | 875,000.00 | 4'875,000.00 |
| 1969 | 5'500,000.00 | 1'550,000.00 | 7'050,000.00 |
| 1970 | 7'050,000.00 | | |

CUADRO No. 2

MONTO DE LOS SUBSIDIOS CONCEDIDOS PARA PUBLICACION DE REVISTAS Y BOLETINES CIENTIFICOS Y PARA AYUDAR A INSTITUCIONES CIENTIFICAS, DURANTE CADA UNO DE LOS AÑOS DE 1962 a 1970

| Año | Subsidio a Publicaciones | Ayudas a Instituciones Científicas |
|---------------|---------------------------------|---|
| 1962 | \$ 95,000.00 | \$ 587,274.18 |
| 1963 | 77,000.00 | 630,543.75 |
| 1964 | 119,000.00 | 225,500.00 |
| 1965 | 113,000.00 | |
| 1966 | 102,000.00 | 80,000.00 |
| 1967 | 165,000.00 | 89,000.00 |
| 1968 | 125,000.00 | 251,800.00 |
| 1969 | 203,000.00 | 192,000.00 |
| 1970 | 266,000.00 | 359,737.50 |
| TOTAL: | \$ 1'265,000.00 | \$ 2'415,855.43 |

CUADRO No. 3

RESUMEN QUE MUESTRA EL NUMERO DE BECARIOS EN CADA UNO DE LOS AÑOS DE 1962 A 1970

| Año | Becarios en el país | Becarios en el extranjero | Total |
|------------|----------------------------|----------------------------------|--------------|
| 1962 | 23 | 24 | 47 |
| 1963 | 47 | 44 | 91 |
| 1964 | 87 | 79 | 166 |
| 1965 | 117 | 91 | 208 |
| 1966 | 106 | 94 | 200 |
| 1967 | 108 | 97 | 205 |
| 1968 | 91 | 119 | 210 |
| 1969 | 91 | 134 | 225 |
| 1970 | 75 | 123 | 198 |
| | 745 | 805 | 1,550 |

**CAMPOS EN LOS QUE SE HAN GRADUADO LOS BECARIOS
(Por Años)**

| Año | Campo | Doctores | | Maestros | |
|------|-----------------------|----------|------------|----------|------------|
| | | México | Extranjero | México | Extranjero |
| 1963 | Agronomía | | 1 | | |
| | Química | | 1 | | |
| 1964 | Bioquímica | 1 | | 1 | |
| | Ingeniería | 1 | 1 | 1 | |
| 1965 | Astronomía | — | — | — | 1 |
| | Biología y Fisiología | 1 | 2 | — | |
| | Bioquímica | 1 | | | |
| | Física | | 2 | 1 | |
| | Ingeniería | 1 | 1 | 2 | |
| | Matemáticas | 1 | 1 | | 1 |
| | Química | 1 | | | 1 |
| 1966 | Biología y Fisiología | | 1 | | 1 |
| | Bioquímica | | 1 | | |
| | Física | — | 1 | — | — |
| | Ingeniería | | 3 | | 4 |
| | Matemáticas | | 1 | | |
| | Química | | 2 | | |
| 1967 | Agronomía | | 2 | | |
| | Biología y Fisiología | | 2 | | |
| | Física | | 1 | | 3 |
| | Ingeniería | | 2 | | 1 |
| | Matemáticas | 2 | 2 | | |
| 1968 | Astronomía | | | | 1 |
| | Física | | 1 | | 2 |
| | Ingeniería | | | 1 | 3 |
| | Matemáticas | | 1 | 2 | |
| | Ciencias de la Tierra | | | | 1 |
| 1969 | Agronomía | | 1 | | |
| | Astronomía | | 2 | | |
| | Biología y Fisiología | 1 | | 2 | |
| | Física | | | 1 | |
| | Ingeniería | | 1 | 2 | 1 |
| | Matemáticas | | 1 | 1 | 2 |
| | Química | | 1 | 2 | |
| 1970 | Biología y Fisiología | | 1 | | |
| | Física | 1 | | | |
| | Matemáticas | | 1 | | |
| | Ciencias de la Tierra | | 1 | | |

CUADRO No. 5

BECARIOS QUE HAN OBTENIDO GRADO A PARTIR DE 1962

| Año | En México | | En el Extranjero | |
|-----------------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| | Maestros | Doctores | Maestros | Doctores |
| 1962 | — | — | — | — |
| 1963 | — | — | — | 2 |
| 1964 | 2 | 2 | — | 1 |
| 1965 | 3 | 5 | 3 | 6 |
| 1966 | — | — | 5 | 9 |
| 1967 | — | 2 | 4 | 9 |
| 1968 | 3 | — | 7 | 2 |
| 1969 | 8 | 1 | 3 | 6 |
| 1970 | — | 1 | — | 3 |
| Totales: | 16 | 11 | 22 | 38 |

Total de Maestros en Ciencias: 38

Total de Doctores en Ciencias: 49

Total de Doctores y Maestros: 87

CUADRO No. 6

CAMPOS EN LOS QUE SE HAN GRADUADO LOS BECARIOS

En el período 1963 – 1969

| Campo | Doctores | | Maestros | |
|-----------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | México | Extranjero | México | Extranjero |
| Agronomía | — | 4 | | |
| Astronomía | | 2 | | 2 |
| Biología y Fisiología | 2 | 6 | 2 | 1 |
| Bioquímica | 2 | 1 | 1 | — |
| Ciencias de la Tierra | — | 3 | — | 1 |
| Física | 1 | 3 | 2 | 5 |
| Ingeniería | 2 | 8 | 6 | 9 |
| Matemáticas | 3 | 7 | 3 | 3 |
| Química | 1 | 4 | 2 | 1 |
| TOTALES | 11 | 38 | 16 | 22 |

BECAS OTORGADAS, POR CAMPOS, EN EL PERIODO 1962–1970

| Campo | Número de becas |
|--|-----------------|
| Agronomía | 16 |
| Astronomía y Astrofísica | 41 |
| Biología y Fisiología, Farmacología y Biofísica | 237 |
| Bioquímica | 177 |
| Física | 297 |
| Ingeniería Cibernética y Computación | 328 |
| Matemáticas | 240 |
| Química | 167 |
| Ciencias de la Tierra | 32 |
| Otros | 5 |
| | 1,550 |