

Los problemas de la investigación científica

Alejandro Celis S.*

El hombre ha alcanzado un poder sin precedente a través de la investigación científica; en la actualidad la ciencia es uno de los factores que más influyen en nuestra manera de vivir y en nuestro futuro. En Inglaterra los dos grandes partidos políticos se han puesto de acuerdo en que la investigación científica domina la vida de un país moderno y desde hace 4 años se creó el Ministerio de Ciencia. La investigación es una ciencia contemporánea; de ella viven del 80 al 90% de los hombres que han logrado los más grandes adelantos científicos de nuestra época.

No creo que se deba hablar de investigación científica en biología como de una entidad aislada; hay una íntima correlación y sincronismo en el avance de los distintos campos de la investigación; los conocimientos logrados en una disciplina encuentran aplicación en muchas otras; la investigación en ciencias biológicas, la medicina entre ellas, contribuye al avance de otras ciencias y a su vez aprovecha los logros de otros campos de la investigación. Los adelantos conseguidos en biología en el siglo XX, son tan grandes, y cuando menos tan importantes, como los de la física, aunque no sean tan aparatosos y dramáticos (Bernal); y las investigaciones biológicas plantean problemas de una complejidad enorme, comparados con los de la física; el fenómeno biológico más elemental tiene complejidades difíciles de interpretar y de resolver.

En los países avanzados, el desarrollo de la ciencia en los últimos 200 años, se caracteriza por un gran incremento en el contenido del conocimiento humano y en el número de personas entrenadas científicamente, número que se dobla más o menos cada 10 ó 15 años, en tanto que

la población científica china se dobla cada 3 años (Price). De 1939 a la fecha, se ha empleado tres veces más trabajo y dinero en la investigación científica, que lo que se le había dedicado en toda la historia de la humanidad.

Bernal dice que los avances científicos fundamentales de las últimas décadas han sido:

I. La posibilidad de disponer en el futuro de energía en cantidad ilimitada.

II. El desarrollo de las computadoras, de máquinas que calculan, razonan, hablan, traducen, recuerdan, eligen y aprenden; el hombre, que es esencialmente falible, ha podido crear autómatas infalibles.

III. La bioquímica y su evolución hacia la ultra-micro-bioquímica del interior de la célula, con la que se plantea actualmente la posibilidad, para el hombre, de ejercer un control y modificar a voluntad los fenómenos biológicos.

Es ya clásico hablar de la investigación básica o pura y de la aplicada, del desarrollo o tecnológica, pero es difícil señalar una delineación estricta entre ambas (Reagan).

Lo que posiblemente identificará nuestra época en la historia de la humanidad será la investigación básica, es decir, la aspiración al conocimiento de las leyes naturales por su interés mismo, independientemente de su aplicación práctica inmediata, pero hay que hacer énfasis en la calificación de inmediata, pues tarde o temprano estos conocimientos podrán redundar en algo útil para el hombre, es decir, tiene una aplicación práctica potencial. La definición anterior la tomamos de Seyle, quien agrega, además, que ésta es una lucha contra la naturaleza, que es el enemigo a vencer, no el hombre ni los otros países; desgraciadamente no es así el criterio de las grandes naciones

*Jefe de la Unidad de Neumología del Hospital General, S.S.A. y Profesor de Carrera en la Facultad de Medicina, U.N.A.M.

en la actualidad. La ciencia del desarrollo, tecnología o investigación aplicada, es el uso sistemático de los conocimientos logrados para producir materiales, métodos o sistemas de trabajo utilizables por el hombre (Reagan).

Mi deseo es exponer someramente algunos de los problemas actuales de la investigación científica mundial, un esbozo de lo que en los países en desarrollo puede hacerse en este campo, y por último, aplicar lo anterior y exponer mi pensamiento acerca de lo factible, realizable y útil en un país como el nuestro.

I. Bacon afirma: "Leer, no para contradecir y confundir, ni para creer y tomar lo leído como una verdad absoluta, sino para sopesar y tomar en consideración los conceptos expuestos". Lo mejor es leer y juzgar a la luz de nuestra experiencia, si la tenemos, sobre el tema y mantener un escepticismo saludable.

El leer es uno de los mejores estímulos para pensar; aquellos a los que la lectura de un trabajo científico no les sugiere ideas, son acumuladores de conocimientos, eruditos, pero habitualmente no capaces de trabajos de investigación originales; hay otro tipo de lector, el imaginativo, al que la lectura de la bibliografía científica le sugiere ideas, pensamientos y proyectos que son casi siempre el motivo de una investigación original; estos son los pensadores, los creadores de conocimientos.

Para que el trabajo del médico sea acorde con los adelantos actuales, para estar al día como decimos, y para hacer investigación, se necesita el estudio de la documentación científica sobre el tema que interesa. Por otra parte, la investigación que pretende ser original, tiene como finalidad lograr un conocimiento que está más allá de las fronteras de la ciencia actual.



Entonces es necesario estar al día por una parte, y por la otra conocer las fronteras del conocimiento para poder planear y realizar una investigación; el conocimiento de la documentación sobre el tema en estudio, plantea el primer problema actual sobre investigación científica.

Así como la explosión demográfica es una amenaza potencial para la humanidad, la explosión de la documentación es uno de los problemas actuales de la investigación científica; la explosión de la ciencia es dos veces más rápida que la de la población; algunos datos numéricos dejan asombrados y preocupados a los que se interesan por estos problemas. El boletín del Comité Nacional de la Investigación Científica (C.N.R.S., Francia 1960) consta de un total de 6 500 páginas y 350 más con 350 nombres cada una, de los autores de las comunicaciones científicas; aparecen cada año 40 000 artículos sobre física y 200 000 sobre química; se considera que en la actualidad se publican más de 1 000 000 de trabajos científicos al año y se calcula que llegarán al doble, es decir, a 2 000 000 en los próximos 2-3 años (Bowen). Hemos consultado el *Index Medicus* y encontrado que en 1966 catalogó comunicaciones de alrededor de 2 500 revistas, lo que significa 30 000 números al año, y aceptando un pro-

medio de 5 a 10 trabajos por número, tenemos una producción anual de 150 000 a 300 000 comunicaciones médicas y de ciencias afines. Debemos agregar también que el *Index* no clasifica los trabajos de todas las revistas, y que hay una gran producción anual de libros sobre medicina. A esto hay que agregar el enorme número de Congresos y Convenciones, simposia, mesas redondas, etc. en los que se abordan temas científicos y que muchas veces no son publicados.

Todo esto indica la dificultad o la imposibilidad para el médico de estar al día y para el investigador, de alcanzar esas fronteras del conocimiento que son indispensables para su trabajo.

II. Existe un verdadero caos en la investigación científica mundial (Bernal), y aún dentro de cada país, con excepción de los países socialistas; en nuestro mundo las investigaciones se repiten indefinidamente, muchas veces para decir lo mismo, particularmente en investigación clínica. Pongamos un ejemplo de nuestra especialidad: lo mucho que se ha escrito y se seguirá escribiendo en libros y periódicos sobre carcinoma bronquiogénico; y desde hace algunos años lo original ha sido el Papanicolau, las variaciones en la sangre de Ca, Na y fósforo y de algunas enzimas con valor diagnóstico y la descripción del carcinoma bronquiolar. Todo lo demás es de indiscutible utilidad en conjunto, pero no como datos aislados, personales o de institución, me refiero a las relaciones del padecimiento con la edad, sexo, tabaquismo, polución atmosférica, localización, tipo histológico, metástasis, pronóstico, resultado terapéutico de la cirugía, de las radiaciones, de la quimioterapia o de la asociación de estos métodos; son datos que deberían recopilarse, concretarse y ser clasificados por computadoras y ofrecerlos a los interesados co-

mo cifras globales, que afirman conocimientos genéricos y más o menos definitivos, y no tener que leer cientos de trabajos y muchos libros para lograr conceptos que de esta manera siempre serán parciales e incompletos.

Bernal dice, y creemos que con razón, que lo que aparece en los periódicos científicos es de un valor desigual; una gran parte, (3/4 según el autor citado), no debería publicarse porque no tiene un real interés y porque es la repetición interminable de los mismos datos; muchas comunicaciones son inmaduras, no pueden ni deben asentar conclusiones y sólo se elaboran para fomentar un *curriculum* personal o, en el mejor de los casos, para obtener prioridades. Los trabajos valiosos, que aportan algo nuevo, se pierden en este mar de literatura que tiene una utilidad muy limitada o nula.

En lo que respecta a documentación científica se plantean dos problemas:

I. Organización de la documentación científica para que pueda ser utilizada por los que les interesa. ¿Cuál es la manera de documentarse actualmente para iniciar una investigación?

Bernal ha propuesto la conversión de la información científica en formas o machotes convenientes para acumulación, selección y transmisión de datos originales y de categoría bien definida; datos acumulables en tarjetas perforadas y manejables por las computadoras. En la reunión de la I.C.S.U. (Comité Internacional de Uniones Científicas) en Bombay (India) en enero de 1967 y de acuerdo con la UNESCO, se aceptó estudiar la posibilidad de la organización de un sistema mundial de información científica. Se planea CODATA (*Comité on data*), para la ciencia y la tecnología, cuya función será recopilar, tamizar

y distribuir los datos de la más alta calidad científica, en los medios internacionales interesados (Brown). Queda un problema acerca de documentación científica: las hipótesis de trabajo, las teorías, las discusiones sobre un tema de investigación, ¿serán manejables por las computadoras?

¿Cuál será la manera de documentarse para estar más o menos al tanto de los conocimientos actuales, o bien para iniciar o elaborar un trabajo de investigación básica o aplicada? Creo que el médico debe limitar su aspiración, cuando menos temporalmente, a temas limitados y concretos, leer todos los títulos de los trabajos en las revistas especializadas y de los que se refieren a nuestro objetivo, leer con rapidez, siempre los resúmenes y sólo en caso necesario el trabajo parcial o totalmente. Las revistas de resúmenes o *abstracts* son útiles e indispensables en la actualidad y generalmente son suficientes para documentarse sobre algún tema, y sólo en caso de tratarse de un trabajo fundamental hay que ir a la comunicación *in extenso*; sin embargo, los resúmenes o *abstracts* se publican en general mucho tiempo después del trabajo original. El estudio en libros sólo puede servir como base de un tema, porque rápidamente pasan y quedan anticuados; se considera que en la actualidad cada 7 años cambian algunos conceptos científicos de tal manera que lo que era aceptable en 1957 ha dejado de serlo en 1964.

II. Ante el caos de la investigación científica se impone la necesidad de su organización en el mundo, lo que sería prácticamente imposible en las circunstancias actuales, pero sí útil y realizable por países o grupos de países.

Algunas de las naciones avanzadas han comprendido la necesidad actual de la organización de la ciencia y de la cooperación internacional en investigación científica. Estas finalidades en países como Inglaterra, Italia, Japón, Alema-

nia y Francia se dirigen a través de ministerios de ciencia, en E.U. por una oficina dependiente directamente del Presidente, en Holanda y España por los ministerios de Educación, etc.

La investigación científica es muy cara, y cada vez lo es más; en algunos campos el costo del equipo alcanza cifras astronómicas, como en la investigación espacial, de física, energía nuclear, investigación atómica y las grandes investigaciones en biología y medicina; en 1950 E.U. gastó 3 billones de dólares y 13 en 1960; dedica el 2.5% de su entrada bruta a la investigación científica, e Inglaterra un 2.5% de su renta anual. Ante tal problema económico, parecería que sólo los gigantes de nuestro mundo, E.U., Rusia y posiblemente China, tendrán oportunidad en las investigaciones futuras. Esto ha hecho pensar a los países pequeños en la necesidad de unir esfuerzos y recursos económicos para abordar la investigación de altos vuelos; con este objetivo ha habido reuniones (1963) de ministros de ciencias de Inglaterra, Francia, Alemania, Italia y Japón, en las que se han discutido sólo 3 problemas; la organización de la ciencia nacional, la necesidad de una política científica internacional y la importancia de la ciencia en el desarrollo económico.

King dice: "En el momento actual existen cuatro categorías de países con diferencias esenciales en sus posibilidades de investigación: I. Los gigantes, E.U. y Rusia, que disponen de enormes recursos y que alcanzan actualmente los niveles máximos en investigación. II. Los países de extensión media, como Inglaterra, Francia, Alemania y Japón, que aspiran a lograr una autosuficiencia científica. III. Los países pequeños, industrializados y avanzados, cuya asociación les ofrece buenas posibilidades para lograr un progreso continuo en investigación científica; estos países son

Holanda, Bélgica, Países Escandinavos y Suiza. IV. Finalmente, los países subdesarrollados o en desarrollo progresivo, que tienen una ciencia poco o nada organizada, que no participan en las asociaciones internacionales, aunque ambas cosas las necesitan seria y urgentemente. En este último grupo están países, todavía algunos en época pre-industrial, de Asia (excluyendo a China), África y Latinoamérica; tienen una población aproximadamente de 1000 millones de habitantes, los que no reciben íntegramente los beneficios de los avances científicos y, hecho muy importante, son 1000 millones de cerebros que no contribuyen a elevar el nivel científico mundial.

Es típico de los estados en etapa pre-industrial, el que el 75% de su población se dedica a la agricultura, por lo que su riqueza permanece estacionaria o asciende muy poco; en los países desarrollados el hombre tiene una entrada promedio anual de 300 lb. esterlinas, de las cuales ahorra 30 lb. las que se invierten en investigación científica y tecnológica y maquinaria para crear más riqueza; el hombre en algunos países subdesarrollados tiene un ingreso anual promedio de 20 lb., lo que difícilmente le alcanza, y sólo para comer. Esto explica la diferencia que existe entre ambos grupos de países y, además, el hecho de que esta diferencia sea mayor con el transcurso del tiempo.

Mencionaré algunos datos que hacen patente la enorme brecha que existe entre los países desarrollados y los subdesarrollados, brecha que es motivo y consecuencia de su atraso científico. En los países desarrollados el promedio de vida es de 70 años, en E.U. sólo un 2.5% y en Inglaterra sólo 5% de su población se dedica a la agricultura (Bernal). Lo que en la Gran Bretaña se gasta en tabaco es mayor que el ingreso total de una población igual de la India; lo que en E.U. se desperdicia de alimen-

tos, podría mantener en un buen nivel nutricional a una población igual (Powell). En E.U. el número de personas entrenadas científicamente y citadas en el *American Men of Science*, fué en 1903 de 4000 (50 x millón) y en 1960 de 96 000, es decir, 480 x millón (Solta-Price).

Una estadística reciente demuestra que en la U.R.S.S. el número de científicos supera al de carteros. En 1914 trabajaban 10 400 científicos y en 1962, 524 000, y de ellos 299 000 realizan sus labores en los institutos de investigación y el resto en los establecimientos de enseñanza. Este grupo de científicos trabaja con tres finalidades, a saber: 1o. la investigación básica, pura, 2o. investigaciones cuyo objetivo es lograr el progreso de la economía nacional, y 3o. lograr una aplicación rápida y práctica de los nuevos conocimientos logrados. Además, hay que señalar que en las últimas décadas la posición social y económica del investigador en E.U. y Rusia ha mejorado notablemente.

En el mundo subdesarrollado el problema de alimentos es inmediato (dieta menor de 2 500 calorías); una tercera parte padece de hambre y la mitad de desnutrición; el problema de la explosión demográfica es cada vez más serio, porque ha aumentado el promedio de vida, ha disminuído la mortalidad por los adelantos médicos y ha ascendido la natalidad; esto hace que se iguallen el aumento del ingreso del país y el de la población: un 85% de la población del Congo, el 60% de Latinoamérica y el 58% en México se dedica a la agricultura, el 40% de la población son niños y sólo el 60% en edad de producción (80% en países desarrollados); hay superabundancia de trabajadores no calificados y bajo coeficiente de calificados y de técnicos y científicos; en general, hay una mayor tendencia al estudio de profesiones humanísticas que de técnicas. En la mayoría de los países en desarrollo no existe, dentro de su

presupuesto, una partida importante para el desarrollo de la tecnología y de la ciencia, ni se han creado organismos que estimulen, planeen, dirijan y coordinen la investigación científica.

Esquemáticamente la investigación es realizada en los países desarrollados del occidente por una verdadera masa de científicos y técnicos que trabajan, gastan el dinero y producen la literatura científica y el progreso, bajo la dirección y siguiendo los lineamientos planeados por un pequeño grupo de hombres con ideas originales (Price) y con el apoyo financiero casi absoluto (en la actualidad) del gobierno y de la iniciativa privada. El hombre con ideas originales puede darse en cualquier país y en cualquier raza, pero indiscutiblemente que con más frecuencia en los medios de mayor cultura y preparación científica. Si una idea original proviniera de un hombre del mundo subdesarrollado, en donde no existe ni la gran masa de científicos y técnicos preparados para el desarrollo y aplicación práctica de un nuevo conocimiento, ni el equipo ni el apoyo financiero del gobierno y mucho menos de la sociedad o de la iniciativa privada, sus ideas y concepciones serían inútiles, desperdiciadas, caerían en el vacío.

La ciencia debe ser el instrumento para mejorar las condiciones de la humanidad, no de una sociedad particular; Chekhov ha dicho que no debe haber una ciencia nacional, como no hay una tabla de multiplicación nacional. Un hombre enfermo o hambriento es un peligro para todo el género humano. La desigual repartición del poder y de la riqueza entre las naciones, las grandes diferencias en la salud y el confort entre los hombres, son los factores determinantes de la discordia en el mundo moderno. Estos conceptos de los científicos de los países desarrollados, hablan mucho acerca de su calidad moral y su criterio huma-

nístico. Me parece interesante mencionar cuáles son las soluciones, que a estos hombres les parecen aplicables, para lograr que más de 1000 millones de habitantes de los países subdesarrollados, gocen del bienestar que los adelantos modernos proporcionan y en un tiempo razonable participen en la investigación científica a cualquier nivel.

La mayor parte de los hombres de ciencia opinan que la mejoría de la situación actual de los países en desarrollo debe basarse en la aplicación a sus problemas de los conocimientos y técnicas ya logrados y establecidos por los países avanzados. Esto es lo que los países desarrollados deben ofrecer a los países subdesarrollados, para ayudarlos, no para explotarlos mejor (Bernal) y además dicen: "afortunadamente y de acuerdo con sus posibilidades económicas y técnicas, estos países no tienen que estar en el frente para el desarrollo de la nueva ciencia, lo que ellos necesitan es más bien la aplicación a sus problemas de lo que ya está perfectamente conocido, deben ser la ciencia monótona de la repetición" (Lewis). Hay tipos de investigación que no son para los países de recursos económicos limitados; no pueden ni deben intentar las grandes investigaciones en medicina y en biología, en física, energía nuclear e investigación atómica; deben escapar al tema de moda, aspirar a objetivos más modestos; en los países subdesarrollados una investigación en energía atómica o en física nuclear es difícil que reporte resultados efectivos, es difícil o imposible. Debe hacerse investigación básica o aplicada, pero de preferencia dirigida a avanzar en el conocimiento de los problemas específicos del país, y se cita el ejemplo de las repúblicas soviéticas del Asia central; tienen Universidades, Instituciones para la Educación Superior, Academias de Ciencia e Institutos de investigación dedicados, en primerísimo lugar, a la investigación científica sobre sus recursos naturales y problemas más o menos propios, por

ej. Uzbekistan orienta primordialmente sus investigaciones a lograr la mejoría en el cultivo del algodón, hacia el aprovechamiento de materiales no ferrosos y a la producción de energía eléctrica (Powell).

Por otra parte el envío de jóvenes con dotes científicas a los países avanzados, tiene indiscutibles ventajas, pero también plantea problemas; su preparación en el extranjero los iniciará en el conocimiento de la alta investigación científica y de la tecnología, pero a la vez los hará pensar que en su país no podrán desarrollar estos trabajos, y, o no regresan y se pierde al hombre y su talento creativo, o regresan y se sienten frustrados al no encontrar el medio apropiado para trabajar. Esta preparación de extranjeros en los E.U. ha culminado en un drenaje continuo de cerebros hacia ese país. Los E.U. son la gran aspiradora de científicos preparados, y la preparación de cada uno de ellos es muy costosa para su país de origen.

Por otra parte, dicen algunos científicos de los países desarrollados, es peligroso afirmar que los altos vuelos de la ciencia no son para los países en desarrollo y, además, un estado no puede depender de expertos extranjeros; para su independencia científica es indispensable crear un personal científico y técnico propios.

La ayuda de los países desarrollados a los menos avanzados ha tenido razones políticas o militares, más que bases económicas, y se ha hecho sin planes bien concebidos, y la realidad es que esta ayuda ha sido desperdiciada en gran parte (Powell).

¿Qué importancia se debe dar en los países subdesarrollados a la educación superior, qué tanto a Universidades, Institutos de investigación, Academias de ciencias o tecnológicos? ¿Debe hacerse investigación pura o aplicada?

Creo que es razonable afirmar que estos problema sólo deben abordarse con un conocimiento profundo del período de desarrollo, de la situación económica y del adelanto cultural, científico y técnico del país en estudio. Deseo aplicar este criterio para opinar acerca de la investigación científica en nuestro país.

No dispongo de los datos y la preparación necesaria para juzgar el estado actual de la economía del país, por lo que sólo voy a consignar el resultado del estudio realizado por Raymond Vernon, de la Universidad de Harvard, quien apunta las siguientes opiniones: el país ha progresado desde el punto de vista económico más rápidamente que cualquiera de los tres grandes de Sudamérica, aunque no con la aceleración que caracteriza los casos espectaculares de Japón y Alemania. El ingreso anual *per cápita* asciende en 1960 a 300 dls., muy superior al de los países de Africa y Asia y de muchos países de Latinoamérica; de 1938 a 1954 el crecimiento anual de la producción total del país fué de 5.7% y de 2.9 *per cápita* y de 5.2% y 2.3% respectivamente de 1950 a 1959. Vernon dice: "Empero, a pesar de las discusiones, nadie duda ya que México tiene recursos internos, humanos y físicos, la organización social y aún el nivel de ingresos que la mayoría de los otros países del mundo subdesarrollado estaría contenta con alcanzar dentro de 30 ó 40 años".

Atendiendo a los datos anteriores puede afirmarse que nuestro país ha progresado rápidamente en su desarrollo económico y cultural; sin embargo, nuestra realidad actual es que todavía estamos en el grupo de los países subdesarrollados; si nos referimos a la investigación científica, indiscutiblemente pertenecemos a ese grupo y la razón fundamental es la falta de científicos y técnicos en el número

necesario y suficientemente preparados para elevar nuestra producción científica.

Con los antecedentes bibliográficos antes expuestos y las reflexiones que su estudio ha despertado en mí, creo que debo aventurar algunos conceptos generales acerca de las posibles orientaciones básicas de la investigación científica en nuestro país.

Los problemas que se plantean podrían ser los siguientes:

I. Los países desarrollados son una muestra de que el progreso de la ciencia de una nación depende del número, calidad y preparación de sus técnicos y científicos y de la organización del apoyo financiero que les proporcione el gobierno, la sociedad y la iniciativa privada.

En nuestro medio el número de técnicos y científicos preparados no guarda relación con su población total, con la población universitaria y la de los institutos tecnológicos, y aún diríamos que ni con sus posibilidades económicas, aún sabiendo que éstas son limitadas, porque se podría dar más dinero y manejarlo mejor.

Nuestro país debe tender a lograr el aumento progresivo del número de científicos y técnicos, y la única manera es modificar sus bases educacionales para interesar a nuestros jóvenes, durante su preparación profesional o técnica, en la investigación científica; esto sólo es posible si los maestros de las diversas disciplinas tienen el entusiasmo, la preparación y las dotes necesarias para investigación e interesar y hacer participar a los principiantes en sus trabajos. Tengo la convicción de que lo más efectivo será crear y multiplicar los núcleos o grupos de investigación alrededor de personas o instituciones con tales características. En los países desarrollados hay una

serie de generaciones dedicadas a la investigación científica; es decir, hay continuidad en los objetivos y en los hombres que realizan la investigación. En nuestro medio difícilmente se puede mencionar una disciplina en la que haya habido 3 generaciones de investigadores y que continúe sus trabajos en la actualidad.

Creo que se podría dedicar más dinero para la preparación de técnicos y científicos y para estimular investigaciones útiles para nuestro país. Se me ocurre que en México se gasta más en la organización de congresos científicos que en una investigación científica; se realizan una sucesión interminable de congresos que son fastuosos y de gran esplendor para nuestros invitados extranjeros, que vienen de países cuyas posibilidades económicas están muy por encima de las nuestras y la utilidad o el beneficio que estos congresos reportan a nuestro medio científico son en ocasiones muy discutibles. Los congresos internacionales que se efectúan en el extranjero no le cuestan al país huésped, sino a los participantes de los mismos.

La preparación de técnicos y científicos deberá iniciarse siempre que sea posible en nuestro medio y complementarse en el extranjero; en casos especiales deberá hacerse totalmente en los países desarrollados. Es necesario que los técnicos y científicos tengan asegurada, en México, una posición económica y social de acuerdo con su categoría de investigadores y es aún más importante que cuando se preparan en el extranjero, a su regreso, exista la institución y el equipo necesario para su trabajo. De otra manera es inútil el dinero que se ha gastado y estos hombres o se quedan en el país donde se entrenaron o vuelven, sufren de frustración y se dedican a otro tipo de actividades.

Siempre existirá el peligro de que estos científicos no

Los problemas de la investigación científica

regresen y entonces se pierde al probable investigador. Creo que es opinión bien fundada que la ciencia de un país no se debe basar en la importación de expertos extranjeros.

II. De acuerdo con sus finalidades la investigación científica puede ser básica, aplicada y tecnológica.

En principio y como método de lucha contra el subdesarrollo, la aspiración principal en nuestro país debe ser la tecnología, es decir, el conocimiento, entrenamiento y dominio de métodos ya establecidos, y la investigación podrá consistir en la rectificación o ratificación de los resultados, obtenidos en nuestro medio, con estas técnicas.

La investigación aplicada, es decir, la que busca crear nuevos métodos o procedimientos para resolver problemas actuales, debe ser una aspiración de la investigación científica en nuestro país, pero debe ser dirigida a la solución de los problemas nacionales o regionales y no los de moda en el mundo científico; a esto debería dedicarse la mayor parte de nuestros recursos económicos y de nuestros hombres preparados; existen muchos problemas en nuestro país que pueden y deben ser abordados en agricultura, biología, suelos desérticos, medicina, etc.

¿Deberá hacerse investigación básica, crear más institutos de investigación pura, tratar de sobrepasar las fronteras actuales del conocimiento humano y contribuir al avance de la ciencia mundial?

Existen algunas instituciones y un corto número de científicos preparados que, aunque sea en escala mínima, pueden abordar problemas de investigación básica, que de preferencia serán aquellos que no impliquen la necesidad de un equipo exageradamente costoso. Estas instituciones, trabajando en proyectos de investigación y de docencia,

es decir, de preparación de personal científico, son la esperanza de superación de nuestro país en algunos campos de la ciencia. Tengo la convicción de que en nuestra etapa actual, las instituciones de investigación básica, deben tener como principal objetivo despertar el entusiasmo y el interés de nuestros jóvenes y prepararlos para abordar los altos vuelos de la ciencia.

III. Creo que deben sentarse las bases de una política científica nacional; conocer lo que se tiene en institutos, en equipo y en personal técnico preparado; plantear nuestros problemas y nuestras aspiraciones y hacia ellos orientar todos los recursos disponibles. La preparación de técnicos y científicos en el país o en el extranjero debe sujetarse a un planeamiento lógico y realizable.

IV. Es razonable preguntarse si México debe pensar en asociarse con otros países que viven una etapa de desarrollo semejante, posiblemente latinoamericanos, para que uniendo esfuerzos, recursos económicos y personal técnico y científico, emprender investigaciones de alto nivel científico.

En cuanto a la bibliografía científica nacional, nuestra realidad, por ejemplo en Medicina, es que hay centenares de revistas médicas. Cada hospital, cada escuela de medicina, cada grupo médico edita una y con algunas excepciones la mayoría tiene una vida efímera, corto tiraje, muy poca difusión y generalmente poca calidad. Son las razones anteriores las que obligan al investigador de nuestro país a buscar la publicación de sus comunicaciones en revistas extranjeras, en las que la presentación del trabajo es magnífica, tienen un gran tiraje y difusión mundial; la aceptación de estos trabajos en los grandes periódicos científicos implica un reconocimiento a su calidad.

V. Idealmente debería México disponer de un departamento de documentación científica; nuestra realidad es que el número de personas interesadas es todavía muy bajo para plantear esta necesidad.

Referencias

1. Bernal J. D. Twenty five years. The science of science Souvenir Press LTD, London 1964.
2. Bernal J. D. La ciencia en nuestro tiempo — U.N.A.M. Dirección General de publicaciones 1960.
3. Bernal J. D. Science in history — Watts & Co. London 1954. Technology — Academy panel sees need for enhancing applied science. Science 156, 1212, 1967.
4. Brown H. International cooperation — The new I.C.S.U. program in critical data. Science — 156, 751, 1967.
5. Coblans H. — The communication of information — The science of science.
6. De Gortari Ali — La ciencia en la Historia de México — Fondo de Cultura Económica — México 1963.
7. Gabor D. Inventour of future Planeta No. 11.
8. King A. Science international — The science of science.
9. Pirie N. W. The maldistribution of research efforts — The science of science. Boletín de la C.N.R.S. Francia.
10. Powell F. C. Priorities in science and technology for developing countries. The science of science.
11. Solta-Price D. Little science. Big science. Columbia University Press New York, London, 1965. Inglés — Principles of research in biology and Medicine.
12. Reagan N. D. Basic and applied research. A meaningful distinction. Science 155, 1383, 1967.
13. Seyle H. — What makes basic research basic — Adventure of the mind. A. A. Knopf New York 1959.