

Director escogido por el Presidente, con el consejo y anuencia del Senado, cuyo Director consultaría a un Consejo, en todo asunto de importancia. La Fundación, por regla general, no realizará por su cuenta investigación, sino que pondrá fondos al alcance de otros organismos públicos y privados. Las investigaciones comprenderán los temas mencionados, dedicándose a lo menos 20% de los presupuestos anuales, a cada uno de estos tres grandes grupos: progreso nacional, fomento de la salud y asistencia médica y adelanto de las ciencias básicas. Por lo menos se reservará 50% para instituciones educativas y fundaciones investigativas que no persiguen fines lucrativos. La Fundación establecerá tres comisiones especiales: una de defensa nacional, una de salud y asistencia médica y una de ciencias básicas, que ayudarán a formular planes de investigación y a seleccionar medios de ejecutarlos y a determinar proyectos específicos. Los organismos que reciben subsidios deben quedar en libertad de llevar a cabo sus investigaciones y estudios, en la forma que consideren más remunerativa, debiendo alentar a los peritos y a los tecnólogos a ejercitar sus talentos creadores y a desarrollar nuevas ideas, sin impedírseles en forma alguna que expresen sus opiniones y creencias personales, acerca de asuntos científicos y técnicos; y debiendo también ordenarse a la Fundación que descubra y desarrolle talento científico, en particular en la juventud, facultándola para conceder becas y bolsas.

---

Por el Dr. VANNEVAR BUSH

*Director, Oficina de Investigación y Fomento Científico*

El adelanto en la guerra librada contra la enfermedad básase en el mantenimiento de una constante corriente de nuevos conocimientos científicos. La obtención de nuevos productos, nuevas industrias, y nuevos empleos exige un continuo aumento de los conocimientos de las leyes de la naturaleza y la aplicación de los mismos, a fines prácticos. Nuestra defensa contra la agresión exige igualmente nuevos conocimientos, a fin de poder forjar nuevas y mejores armas. Esos nuevos y esenciales conocimientos pueden ser obtenidos únicamente por virtud de la investigación científica fundamental. Ya se trate de la paz o la guerra la ciencia sólo puede surtir efecto en la economía nacional como miembro integrante de un grupo, pero sin adelanto científico, nada de lo realizado en otros terrenos puede asegurar nuestra salud, prosperidad y seguridad, como nación en el mundo moderno.

Ya hemos dado grandes pasos en la guerra contra la enfermedad. La ciencia en sí misma no ofrece panacea para los males sociales, individuales o económicos. Una vez puestos en efecto los adelantos científicos, significan más empleos, salarios más altos, horas más cortas, cosechas más abundantes, más tiempo disponible

---

*Nota:* Condensado del Informe presentado al Presidente de los Estados Unidos.

para recreo, para estudio, para aprender a vivir sin la soporífera rutina que ha constituido la carga del hombre en el pasado. Los adelantos científicos también obtendrán pautas más altas de vida, conducirán a la profilaxis y curación de las enfermedades, fomentarán la conservación de nuestros limitados recursos nacionales, y garantizarán medios de defensa contra la agresión; pero para lograr esos objetivos, la corriente de nuestros conocimientos científicos debe ser tan continua como voluminosa. No hemos formulado ninguna política nacional para la ciencia, y el Gobierno apenas ha comenzado a utilizarla para beneficio nacional. No existe ningún organismo gubernamental encargado de formular o ejecutar una política científica nacional, ni tampoco, ninguna comisión permanente del Congreso que se dedique a tema tan importante. La ciencia se ha quedado entre bastidores, y hay que llevarla al centro del proscenio, pues en ella reposan muchas de nuestras esperanzas para el futuro.

La mortalidad producida por todas las enfermedades en el ejército, incluso en las fuerzas de ultramar, ha sido rebajada de 14.1 por mil en la última guerra a 0.6 en la presente.

Los resultados han sido sensacionales. La disentería, antiguamente azote de los ejércitos, ha pasado a ser un problema banal; el tétano, la tifoidea, paratifoidea, y la viruela, han sido prácticamente eliminados. Gracias a una vacuna potente y a una lucha mejor contra los mosquitos, la fiebre amarilla ha brillado por su ausencia en el Ejército y la Marina. La rápida extinción de la epidemia de tifo en Nápoles por medio del insecticida DDT constituye un ejemplo dramático de la medicina preventiva. El empleo de las drogas sulfa ha mermado la mortalidad neumónica en el Ejército, de 24% en la I Guerra Mundial a menos de 1% hoy día. La mortalidad de las meningitis ha disminuído a la décima parte de lo que fuera en la Guerra Mundial I.

La penicilina constituye uno de los grandes triunfos de la terapéutica moderna, y mediante su empleo se han rebajado sobremanera la mortalidad e incapacidad producidas por el estafilococo, por el estreptococo, por el neumococo, y el bacilo antrácico. También ha demostrado ser un arma muy eficaz para limitar la infección y para acelerar la curación de las heridas y quemaduras. Gracias a su empleo, los días por hombre-año perdidos de servicio activo en 1944 por enfermedades venéreas, no representaron más que la tercera parte que en 1940, mientras que las complicaciones incapacitantes temporales acarreadas por la blenorragia, han descendido en ese período a la vigésima cuarta parte.

Los notables adelantos de la medicina durante la guerra sólo han sido posibles, porque contábamos con un enorme caudal de datos científicos acumulados para la investigación fundamental en muchas ramas, durante los años anteriores a la guerra. Recalquemos que casi todo lo que fué bueno o aparentemente nuevo en la medicina militar, tuvo sus raíces en la medicina civil. La presión de la guerra sirvió principalmente para acelerar la producción y aplicación en gran escala, de hechos previamente conocidos. La medicina tiene que considerar ahora la manera de atacar los problemas médicos de la paz.

Según señaló el Presidente Roosevelt, las muertes producidas anualmente en este país, solamente por una o dos enfermedades, exceden con mucho el total de vidas perdidas en los campos de batalla durante esta guerra, y eso es un hecho, a pesar del notable progreso realizado en la medicina civil, durante los últimos tres decenios. La diabetes ha sido dominada por el descubrimiento de la insulina; la anemia perniciosa por la hepatoterapia, y las enfermedades de deficiencia, una vez tan difundidas, casi han sido erradicadas, hasta en los grupos más pobres, por el descubrimiento de los factores alimenticios accesorios y el mejoramiento de la alimentación. No han faltado avances en el diagnóstico temprano del cáncer, y en el tratamiento quirúrgico y radiográfico de enfermedad tan temida.

Por virtud, en gran parte, de la disminución de la mortalidad en lactantes y niños, la expectativa media de vida del pueblo de Estados Unidos aumentó de 49 a 65 años en el período de 1900-1942. Sin embargo, estamos todavía distantes de la meta. En los últimos dos decenios la mortalidad debida a las enfermedades de la infancia ha sido rebajada en 87%; las muertes de escarlatina en 92%; de la tos ferina 74%; y del sarampión 91%. La mortalidad diftérica en los niños (5 a 14 años) no representa más que la décima-octava parte de lo que era hace dos decenios. Hoy día mueren cuatro veces menos niños de tuberculosis y neumonía que los que morirían si todavía reinara la mortalidad de hace 20 años. Entre 1922 y 1942 se rebajó en 57% la mortalidad por todas las causas combinadas en los niños de 5 y 14 años. Por cada tres niños que mueren en las condiciones actuales, hubieran muerto más de siete si subsistiera la mortalidad de hace dos decenios.

La disminución de la mortalidad infantil ha desviado el interés en la medicina hacia los grupos de edad mediana y vejez y en particular a las afecciones malignas y los procesos degenerativos que predominan en las últimas décadas de la vida. Las enfermedades cardiovasculares, comprendiendo las afecciones crónicas de los riñones, la arterioesclerosis, y la hemorragia cerebral, hoy día cargan con 45% de las muertes en los Estados Unidos, viniendo después las enfermedades infecciosas, y en tercer lugar el cáncer. Agreguemos a ellas muchas dolencias (por ej.: el resfriado común, las artritis, el asma y el coriza, la úlcera péptica), que aunque rara vez letales, provocan incapacidad incalculable.

Otro aspecto del cambio en la clínica médica radica en la reciente incidencia de las psicopatías. Aproximadamente siete millones de personas en los Estados Unidos se encuentran mentalmente enfermas; más de la tercera parte de las camas de los hospitales las ocupan esas personas a un costo de \$175 millones anuales, y cada año se hospitalizan casi 125,000 enfermos nuevos.

En resumen, a pesar del notable progreso realizado en lo tocante a prolongar la duración de la vida humana y aliviar el sufrimiento, todavía no hay métodos adecuados de prevención y curación para muchas enfermedades. Por útil que sea el aumento de hospitales, médicos, y mecanismos para la dispersión del saber, no puede aportar una solución completa, pues fracamente no sabemos todavía bastante, y el aumento de los medios de asistencia médica no facilitará las respuestas que hacen falta. La tarea fundamental que contempla la medicina, es la continua

exploración del organismo humano, y de la naturaleza de la enfermedad, exploración ésa que apenas ha comenzado.

Los descubrimientos pertinentes al adelanto médico han llegado a menudo de fuentes remotas e inesperadas, y así sucederá también seguramente en el futuro, siendo sumamente probable que los avances en el tratamiento de las afecciones cardiovasculares, las nefropatías, el cáncer y las afecciones refractarias semejantes, provendrán de descubrimientos fundamentales en temas sin relación con aquéllas, y quizás sin que los espere, en lo más mínimo, el investigador.

Sobre las facultades de medicina y las universidades recae primordialmente la responsabilidad de llevar a cabo investigación básica en la medicina y las ciencias subyacentes: la química, física, anatomía, bioquímica, fisiología, farmacología, bacteriología, patología, parasitología, etc., tan indispensables para el adelanto en la guerra librada contra la enfermedad. No obstante, observemos que tradicionalmente el apoyo para la investigación médica en las escuelas y universidades que procede, en gran parte, de dotaciones, subsidios de fundaciones y donativos particulares va disminuyendo, y no hay esperanzas inmediatas de que cambie esa situación. Entretanto, el costo de la investigación médica ha ido subiendo. Si vamos a mantener el adelanto médico que ha caracterizado a los últimos 25 años, el Gobierno deberá ahora extender su apoyo económico a la investigación médica fundamental ejecutada en las facultades de medicina y en las universidades.

En el campo de la medicina, la investigación puede revestir dos formas eficaces: primero, un ataque coordinado contra una enfermedad dada, y, segundo, estudios independientes de la naturaleza fundamental del organismo humano y sus mecanismos fisiológicos, de la naturaleza de las bacterias, los virus, y otros agentes patógenos, y del influjo del medio ambiente sobre ambos. Un ejemplo del primer método lo ofrece el ataque contra la malaria librado bajo los auspicios del Ejército, la Marina, el Servicio de Sanidad Nacional, el Consejo Nacional de Investigación, y la Oficina de Investigación y Fomento Científico. El descubrimiento de la penicilina constituye otro ejemplo del segundo método: Fleming observó que un hongo corriente, el *Penicillium notatum*, inhibía el desarrollo de un cultivo bacteriano en que aparecía como contaminante, es decir, que una observación fortuita verificada en el transcurso de ciertos estudios que no guardaban relación alguna con la quimioterapia, ofreció las bases para ese desenvolvimiento definitivo del más valioso elemento quimioterapéutico que conozcamos.

La penicilina llegó a manos de nuestras tropas a tiempo para salvar un sinnúmero de vidas, porque el gobierno coordinó y apoyó el plan de investigación y fomento de la droga. La investigación de mejores antimaláricos que procedía con velocidad moderada por muchos años, ha sido enormemente acelerada por el concurso gubernamental durante la guerra. Podríamos citar otros ejemplos en que se fomentó en forma semejante el adelanto médico. El descubrimiento de nuevos elementos y técnicas terapéuticas suele provenir de estudios fundamentales en la medicina y las ciencias subyacentes. La producción de esas sustancias y técnicas hasta hacerlas accesibles a los médicos exige cooperación de parte de las facultades de medicina, los departamentos científicos de las universidades, el

gobierno y la industria farmacéutica. La iniciativa, apoyo y coordinación prestados por el gobierno, pueden resultar muy efectivos en esa fase de desarrollo.

En jun. 1941 se organizó la Comisión de Investigación Médica bajo la Oficina de Investigación y Fomento Científico para "iniciar y apoyar la investigación científica de los problemas médicos que afectan la defensa nacional," figurando entre las realizaciones más notables de ese programa, las siguientes: adquisición en los hospitales y laboratorios civiles de suficientes datos acerca del valor terapéutico de la penicilina e impulso de la producción de esa notable droga en grandes cantidades; desenvolvimiento de repelentes de insectos e insecticidas, y en particular DDT; estudio del plasma sanguíneo humano que ha conducido al empleo de la seroalbúmina como sustituto de la sangre, de las globulinas inmunes para combatir las infecciones, y de la espuma de fibrina para cohibir las hemorragias; perfeccionamiento y normalización del tratamiento del paludismo con la atebрина; determinación de la relativa utilidad de los sulfonamidos en el tratamiento de heridas y quemaduras; indoctrinación fisiológica de nuestros aviadores, y elaboración de dispositivos que los capacitan para tolerar los rigores de las grandes alturas.

No exageramos al decir que, sin la Oficina de Investigación y Fomento Científico, o su equivalente, muy pocas, o quizás ninguna de las investigaciones enumeradas, hubieran sido llevadas a cabo con la misma velocidad y exactitud. Esas obras de investigación, hasta el 30 de jun. 1944, habían costado más de \$15 millones, y no había fondos privados para financiarlas.

La tremenda y peligrosa batalla librada contra el submarino, fué una batalla de técnica científica, y el triunfo estuvo en suspenso casi hasta lo último. Los nuevos ojos con que nos ha provisto el radar, pueden ser a veces cegados por nuevas proezas científicas. Contra el V-2 no hubo más remedio que la captura de los sitios de donde lo lanzaban.

No podemos atenernos otra vez a nuestros aliados para contener al enemigo. En tanto nos preparamos, tiene que haber más y más adecuada investigación militar en épocas de paz. Es indispensable que los hombres de ciencia en la vida civil continúen, en tiempos de paz, alguna parte de los aportes a la seguridad nacional que fueron tan efectivos durante la guerra. La investigación básica es capital científico; además no podemos ya contar con Europa como foco principal de este capital. ¿Cómo lo aumentaremos? Primero, tenemos que contar con suficientes hombres y mujeres preparados en la ciencia, pues de ellos depende la creación de nuevos conocimientos y su aplicación a fines prácticos. Segundo, tenemos que reforzar los centros de investigación básica, que son principalmente, los colegios, las universidades y los institutos. Esos establecimientos ofrecen el ambiente que mejor se presta a la creación de nuevos conocimientos científicos y sujeto a menos presión en cuanto a obtener resultados tangibles inmediatos.

Lo gastado en investigación científica por la industria y el gobierno aumentó de \$140 millones en 1930 a \$309 en 1940, y en los colegios y universidades, de \$20 a \$31 millones, mientras que en los institutos de investigación disminuyó de \$5,200,000 a \$4,500,000 en el mismo período. Si los colegios, universidades, y los institutos van a atender a las exigencias cada vez mayores de las industrias y el Gobierno en cuanto a conocimientos científicos, hay que reforzar con los fondos públicos sus estudios básicos.

Para que la ciencia pueda servir como poderoso factor en nuestra economía nacional, la investigación aplicada tiene que ser enérgica, tanto en el gobierno como en la industria. A fin de mejorar la calidad de la investigación científica en el gobierno hay que tomar medidas para modificar el sistema de reclutar, calificar y compensar al personal científico, a fin de reducir el obstáculo con que tropiezan actualmente las oficinas científicas del gobierno, al competir con las industrias y las universidades. Con el objeto de coordinar las actividades de esos organismos gubernamentales, debe crearse un Consejo Asesor en Ciencias, para que asesore a las ramas ejecutiva y legislativa del Gobierno.

La misión de crear nuevos conocimientos científicos y de la mayor parte de la aplicación de los mismos, recae sobre ese pequeño cuerpo de hombres y mujeres que comprenden las leyes fundamentales de la naturaleza y están adiestrados en las técnicas científicas. Nuestro adelanto en cualquiera frontera científica será rápido o lento, conforme al número de peritos idóneos preparados, que la explore.

El déficit de estudiantes científicos y tecnológicos que, si no hubiera sido por la guerra, hubiera recibido diplomas de bachiller, llega aproximadamente a 150,000. Calcúlase que el déficit de los que reciben títulos avanzados en esas ramas, llegará en 1955 a 17,000, pues se necesitan por lo menos seis años desde el ingreso en la universidad, para obtener un diploma de doctor, o su equivalente, en ciencias o ingeniería. El verdadero límite de nuestra productividad de nuevos conocimientos científicos y su aplicación a la guerra contra la enfermedad, y de la formación de nuevos productos y nuevas industrias, radica en el número de peritos preparados que haya disponibles.

La preparación de hombres de ciencia es larga y costosa. Estudios realizados demuestran claramente que hay individuos de talento en todos los grupos de la población, pero con pocas excepciones, los que carecen de medios para pagar una instrucción superior se la pasan sin ella. Si por medio de la capacidad, y no de las circunstancias de la fortuna familiar, se determina quién va a recibir una educación superior en ciencias, estaremos seguros de que mejorará constantemente la calidad en todos los niveles de la actividad científica. Con mira a fomentar el talento científico en la juventud el Gobierno debe establecer un número razonable de becas. Hay que trazar planes para atraer a la ciencia únicamente a esa fracción del talento juvenil apropiado a las necesidades científicas en relación con las otras necesidades nacionales. La mejor manera de compensar el déficit en personal científico consiste en desarrollar el talento científico en la generación vestida hoy día de uniforme. Los Servicios Armados deben escudriñar sus protocolos en busca de individuos que, antes de la guerra o durante ésta, hayan mostrado signos de talento científico, y disponer sin tardanza que los que permanezcan en el Servicio, sean asignados a institutos donde puedan continuar su educación científica. Además, deben arreglárselas de modo que los que estudian fuera del país obtengan el beneficio de la última información científica, aportada por la investigación.

El gobierno debe aceptar nuevas obligaciones con respecto a fomentar la corriente de nuevos conocimientos científicos y desarrollar el talento científico en nuestra juventud. Esas obligaciones son propias del Gobierno, pues afectan vitalmente nuestra salud, nuestros empleos y

nuestra seguridad nacional. Confórmanse también a la política fundamental de los Estados Unidos de que el gobierno debe alentar la apertura de nuevas fronteras y éste es el modo de hacerlo hoy día. El cumplimiento efectivo de estas nuevas obligaciones exigirá la plena atención de algún organismo superior dedicado a dicho propósito, por lo cual recomiéndase que se establezca el mismo.

Debe reconocerse que hay que conservar la independencia investigativa y dejar todo lo relativo a gobierno interno: políticas, personal, método alcance de los estudios, a las instituciones en que se lleven a cabo. Una pronta decisión sobre estas recomendaciones es imperativa si la nación va a aceptar el desafío lanzado por la ciencia en los años críticos que se avecinan. De la clarividencia con que hagamos que la ciencia participe en la guerra contra la enfermedad, en la creación de nuevas industrias y en el fortalecimiento de nuestras fuerzas armadas, depende en gran parte nuestro porvenir como nación.

La investigación científica puede dividirse toscamente en las siguientes clases: pura, ilustrativa y aplicada. Las fronteras entre ellas distan mucho de ser claras y con frecuencia resulta difícil encasillar un estudio dado, en una sola categoría.

La investigación pura es investigación sin finalidades prácticas específicas, dando por resultado la obtención de conocimientos generales y comprensión de la naturaleza y sus leyes. Esos conocimientos generales ofrecen el modo de resolver un gran número de importantes problemas prácticos, aunque tal vez no faciliten una solución específica de ninguno de ellos. Una de las peculiaridades de la ciencia pura es revelar las variadas sendas que conducen a adelantos fructíferos. Muchos de los descubrimientos más importantes han sido fruto de experimentos emprendidos con propósitos muy distintos. Estadísticamente es un hecho que importantes y utilísimos descubrimientos provienen de alguna fracción de la labor emprendida, pero no se puede predecir con seguridad, cuáles serán los resultados de una investigación dada.

Los recientes adelantos técnicos en ramas tales como la química sintética y la biología industrial, han dado por resultado una multitud de nuevos compuestos y sustancias, con tanta rapidez, que no pueden ni catalogarlos los laboratorios hoy día. Muchas sustancias dotadas de mucha utilidad potencial son todavía desconocidas o sus propiedades no han sido adecuadamente descritas. Minerales complejos, tales como el carbón y una inmensa variedad de productos agrícolas, están formados por compuestos químicos, cualquiera de los cuales puede servir de punto de partida para una nueva industria. Lo que se necesita es suficiente conocimiento de sus potencialidades para justificar la inversión privada, necesaria para su aplicación práctica. Si el problema se deja por completo en manos de los particulares, el adelanto puede resultar muy lento.

La distinción entre la investigación aplicada y la pura no es absoluta, y los peritos industriales pueden abordar problemas específicos desde puntos de vista muy amplios; pero es importante recalcar que una ley perversa gobierna la investigación: bajo el afán de obtener resultados inmediatos, a menos que se establezcan principios deliberados para

resguardarse contra esto, *la investigación aplicada invariablemente expulsa la pura*. La moraleja es clara: la investigación pura es la que merece y exige protección especial y apoyo especial. La investigación básica conduce a nuevos conocimientos, aporta capital científico y crea el fondo del que sacará aplicaciones prácticas la ciencia.

El intercambio internacional de información científica reviste trascendencia cada vez mayor. La creciente especialización hace que sea más importante que nunca, que los hombres de ciencia de este país se mantengan continuamente al tanto de los desenvolvimientos en el extranjero. Además, la corriente de información científica constituye un aspecto de la concordia internacional, que debe ser cultivado. El gobierno debe desempeñar un papel principal en fomentar esa corriente. A la comisión le gustaría proponer como experimento que se designaran agregados científicos que sirvieran en ciertas embajadas escogidas.

El plan propuesto establecería 24,000 becas para estudiantes y 900 para diplomados y costaría unos \$30 millones al año. En esa forma habría cada año 6,000 becas disponibles para los graduados en las escuelas superiores, y 300 para los diplomados en las universidades.

Gran parte de la información y experiencia adquirida durante la guerra no ha salido de los organismos que las obtuvieron y salvo donde dicta otra cosa la seguridad nacional, esos conocimientos deben diseminarse para beneficio del público general. Al dar a la publicidad esos datos, no debemos olvidar que la investigación se llevó a cabo bajo muchos auspicios, y son numerosos los casos en que la misma verdad fué descubierta independientemente en diversos sitios, de manera que debe coordinarse la publicidad entre los varios organismos interesados, y con nuestros aliados, para reducir al mínimo el peligro de fricción internacional.

A mi parecer, el interés nacional en la investigación científica y la enseñanza personal puede ser auspiciado en la mejor forma, por la creación de una Fundación Nacional de Investigación. Esta Fundación contaría con varias divisiones, que al principio podrían ser las siguientes: Investigación Médica; Ciencias Naturales; Defensa Nacional; Personal Científico y Educación; Publicaciones y Colaboración Científica.

Es manifiesto que la obra debería desarrollarse en forma metódica, comenzando modestamente. Los cálculos siguientes, muy toscos, representan el costo en el primer y quinto año de funcionamiento:

Obra	Millones de dólares	
	1 <sup>er</sup> año	5 <sup>o</sup> año
División de Investigación Médica.....	\$5.00	\$20.00
División de Ciencias Naturales.....	10.00	50.00
División de Defensa Nacional.....	10.00	20.00
División de Personal Científico y Educación.....	7.00	29.00
División de Publicaciones y Colaboración Científica....	.50	1.00
Administración .....	1.00	2.50
	<b>\$33.50</b>	<b>\$122.50</b>