

# FUNCION DE LAS ESCUELAS DE INGENIERIA EN LA INVESTIGACION Y ENSEÑANZA DE INGENIERIA SANITARIA\*

ING. FRANK A. BUTRICO

*Secretaría de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos*

Es para mi un placer el participar con todos ustedes en este Seminario. Y es un placer por una razón muy específica. Las circunstancias, apartándonos de las tareas habituales, nos invitan a meditar y a pensar en “¡qué pequeño es el mundo! y en que “somos los custodios de nuestros hermanos”. Al reunirnos aquí damos una expresión real y concreta a estas actitudes. Esta clase de asambleas sustrae a dichas actitudes de la categoría de las trivialidades y deseos piadosos al infundirle vigor y vida. Lo cual siempre es un placer.

Nuestra referencia al vigor y vida es más que una metáfora. La escogí cuidadosamente para que nos recuerde que los fines y objetivos de los adelantos científicos y técnicos comprenden el bienestar de las gentes. Con harta frecuencia, quedamos tan absortos y fascinados por nuestro equipo de laboratorio y por sus posibilidades, que nuestra atención se concentra en cosas mayores, mejores y más modernas, y poco nos preocupamos de lograr que la gente sea más sana y feliz.

Hago también hincapié en este descuido, porque, de todas las especialidades de la ingeniería, la ingeniería sanitaria no ambiciona mejores carreteras, automóviles más vistosos, materiales de construcción más baratos o tejidos más duraderos, sino seres humanos más sanos. Nuestra profesión está orientada hacia las personas, no hacia las máquinas. Y, debido a lo mucho que aún nos queda por saber, estamos grandemente interesados en la investigación y hacemos en ella fuertes inversiones.

Hasta hace muy pocos años, la investigación se consideraba una actividad teórica, y

\* Trabajo presentado en el Seminario sobre la Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria, celebrado en Lima, Perú, del 18 al 27 de julio de 1961.

la ingeniería, como de índole más operativa y funcional. Históricamente, el hombre de ciencia y el ingeniero, representan la ciencia y la técnica, respectivamente. Los ingenieros han sido siempre tenidos por “gente práctica”, porque convertían los principios teóricos en cosas útiles y manejables. A pesar de las diferencias esenciales que hay entre estos dos empeños, muchas distinciones tradicionales entre ellos están desapareciendo. Cada vez resulta más difícil diferenciar, en casos concretos, la investigación científica o fundamental de la aplicada o evolutiva. La separación entre saber y utilidad se torna problemática cuando se somete a riguroso examen. La supuesta asociación de la ciencia con los descubrimientos, y de la técnica con los inventos, es cada vez menos segura. En ocasiones, hasta se encuentra el título compuesto “ingeniero-científico”. Por muy ofendidos que algunos ingenieros puedan sentirse por esta, así llamada, “confusión con los científicos”, la tendencia es clara, y la mencionamos con el único propósito de hacer constar la creciente vinculación de la ingeniería con la investigación, como actividad profesional importante y estratégica.

En la actualidad, el cambio llegará a convertirse en característica permanente del mundo moderno. Los dirigentes de esta parte de nuestro hemisferio se dan perfecta cuenta de la función que la ciencia y la ingeniería están llamadas a desempeñar para elevar el nivel material y sanitario de una creciente población. En realidad, nos hemos reunido aquí, en este Seminario, para coadyuvar a dirigir y producir, con más eficacia y eficiencia, aquellos cambios que son a la vez convenientes e inevitables.

Los cambios crean problemas. Y éstos se resuelven cada vez más por medio de la investigación. Las relaciones son así de sencillas.

llas. La investigación no es un lujo o una actividad voluntaria, sino un elemento integral y estratégico de una forma de vida estructurada, de modo creciente, por la ciencia y la técnica. Dado que la ingeniería ha contribuido señaladamente al mejoramiento del humano bienestar, los cambios operados y los múltiples problemas surgidos como su consecuencia, requieren análisis y solución tan complejos que, a menudo, llevan al ingeniero más allá de la mera aplicación práctica de los principios para entrar en la investigación de éstos.

Aunque la investigación, en cuanto modo de vida de muchas personas ha hecho su aparición en fecha relativamente cercana, esto no constituye ninguna sorpresa. La vinculación de la ingeniería y la investigación es, en la actualidad, muy íntima, porque las bases de aquélla son muy amplias y se entrelazan. La formación general del ingeniero le capacita admirablemente para la investigación gracias a su estudio de las disciplinas llamadas básicas, o sea la física, la química y la biología, de las matemáticas y, finalmente, de la ingeniería en sí. Por muy poco que se hayan profundizado estos asuntos, ello crea una actitud mental y profesional muy propicia a despertar la clase de curiosidad que sólo la investigación puede satisfacer.

Característica notable de la investigación de ingeniería sanitaria es que dependa precisamente de la biología, la física y la química. El hombre ansía la salud y la longevidad aun más que la comodidad material. El creciente ataque mundial contra las enfermedades y dolencias es bien conocido de todos ustedes. No hace falta demasiada imaginación para reconocer la contribución, cada vez más estratégica, de la ingeniería a la medicina y la salud pública. Citaremos como ejemplos: prótesis, riñones artificiales, máquinas reguladoras del ritmo cardíaco, tubos de nilón para arterias e instrumentos medidores, de precisión increíble. Se están abriendo nuevos horizontes como el de la biomecánica.

En un sentido afín, la ingeniería sanitaria

ha tenido que invadir otras disciplinas, mezclarse o vincularse de otros modos con las mismas, a fin de resolver, por ejemplo, los problemas de la contaminación del aire y el agua. Los problemas que la contaminación del aire plantea, no pueden resolverlos los ingenieros por sí solos. Citemos un ejemplo: ¿cuáles son los efectos de ciertos gases, en particular sobre el sistema respiratorio? Para responder a esta pregunta es muy posible que haya que recurrir también a la anatomía, a la química, a la fisiología y a la genética.

Por tanto, se ha convenido ya que en los proyectos de investigación de ingeniería sanitaria participen los científicos que trabajan con los ingenieros, para que los resultados tengan la mayor aplicación posible a la solución de los problemas que se presentan en la práctica. Semejante investigación requiere la colaboración de graduados y profesores de muchas clases: de medicina, ingeniería, salud pública e incluso ciencias sociales y ciencias del comportamiento. Dichos grupos de investigación y enseñanza pueden hallarse y organizarse con más eficacia en las universidades.

Una vez admitida la necesidad de investigación por parte de los ingenieros y la función de la ingeniería sanitaria en la investigación relativa a la salud, la próxima consideración es qué clase de investigación hay que emprender. Los adelantos científicos y técnicos han estimulado la industrialización en muchas partes hasta el punto de que nuestro ambiente natural y físico ha llegado a contaminarse. Me refiero, desde luego, al aire que respiramos, al agua que bebemos, al alimento que comemos y a los locales donde vivimos y trabajamos. Muchos de los problemas de la contaminación del ambiente son idénticos en todas partes, y muchos otros sólo difieren en intensidad.

Así, por ejemplo, los centros industriales y las vías fluviales están íntimamente ligados en esta parte de nuestro hemisferio, como lo están en los Estados Unidos. La manufactura produce residuos que se vierten en dichas corrientes, que también pro-

porcionan agua para muy diversos usos públicos y personales. A medida que los nuevos adelantos crean nuevas sustancias y nuevos productos, se encuentran en el agua nuevos tipos de residuos. Algunos de éstos son materias orgánicas sintéticas, químicamente complejas. Tanto que muchas de ellas no se pueden identificar con facilidad y rapidez, y además resultan difíciles de aislar y analizar. Es indudable que los residuos derivados de la explotación minera crean problemas de contaminación del agua en algunos países de América Latina.

Personalmente, tengo en gran estima la capacidad rectora, actual y futura, de los dirigentes profesionales de los países de América Latina. Considero que hay que contar con que sus aptitudes y capacidades serán sometidas a las máximas pruebas, porque, sean cuales fueren las situaciones políticas venideras de dichos países, pueden tener la seguridad de que ocurrirán dos cosas, cuando menos: un crecimiento acelerado de la población y una tendencia, cada vez mayor, a la industrialización. Se puede tener también la certeza de que, como resultado de estos acontecimientos gemelos, los problemas de saneamiento del medio aumentarán y se complicarán. Es, pues, cada vez mayor y más urgente la necesidad de obtener los servicios de todos los expertos profesionales y los medios posibles para lograr el mejor y mayor efecto en cuanto a combatir y controlar estos riesgos de la salud, además de los grupos de problemas tradicionales relativos a la contaminación bacteriana del ambiente, del agua y de los alimentos.

A medida que la población de estos países vaya creciendo, aumentará el uso de productos químicos agrícolas. Y esto, a su vez, incrementará los problemas. A medida que sus ciudades crezcan y la industria se extienda, surgirán problemas, más o menos intensos, de contaminación del aire. Al ascender el nivel de vida, entrarán en escena nuevos productos que darán origen a nuevos tipos de residuos que hay que controlar. Por ejemplo, en Estados Unidos, se hacen multitud de preguntas idénticas a las de ustedes.

¿Qué clase de sustancias, y en qué cantidad, resultan tóxicas para los humanos y en qué grado? ¿En qué forma, eficaz y económica, se puede suministrar agua, en calidad y cantidad, a las zonas rurales de población poco densa?

Las cuestiones de esta naturaleza se plantean con singular urgencia. Las epidemias producidas por la contaminación bacteriana han sido y están siendo localizadas. Las enfermedades transmisibles tienen un período definido de incubación, de brote visible, de ejercer su virulencia y extinguirse. Las autoridades médicas y de salud pública tienen tiempo de identificar los organismos patógenos, de tomar medidas de control y, llegado el momento, vencer la epidemia. Pero los tiempos han cambiado. El "viejo tipo" de bacteria viviente está ahora acompañado de contaminantes inertes de tipo insidioso, como los rayos gamma. No es posible verlos, oírlos o gustarlos. Y en el momento en que aparecen rojeces en la piel, que comienzan las náuseas y empieza a desprenderse el cabello, ya es demasiado tarde. La historia es la misma con respecto a los residuos orgánicos sintéticos de nuevo tipo y a muchos productos químicos agrícolas. En cantidades mínimas, no causan el menor trastorno al ser humano, si bien se conocen muy bien sus umbrales de toxicidad acumulada para el hombre. Si, por ejemplo, se comprobara una correlación positiva entre la atmósfera viciada y la bronquitis crónica, se necesitarían muchos años de exposición a aquélla para que se manifestaran los síntomas usuales y familiares de ésta.

Por consiguiente, los investigadores de ingeniería sanitaria han de afanarse por esclarecer los posibles efectos de las condiciones ambientales antes de que se conviertan en problemas tangibles. Hay que estudiar a fondo más las condiciones normales y las relaciones del hombre con los factores del ambiente, a fin de aprender a prever y prevenir los riesgos a que se halla expuesta la salud. Es este un empeño totalmente nuevo de la investigación y la ingeniería. Los riesgos actuales contra la salud son dema-

siado asoladores para aplazar su control hasta después de que hayan aparecido. Pudiera ser demasiado tarde.

Los efectos patológicos a largo plazo, como el Dr. René Dubos ha indicado recientemente, "el problema de descubrir causa y efecto cuando entre ambos media un intervalo tan largo", constituye una prueba muy difícil para la medicina científica. En efecto, esto plantea problemas de organización de la investigación con los cuales no están familiarizados muchos experimentadores en patología humana, debido a que sus grandes esfuerzos en lo pasado, y también sus mayores éxitos, han sido en el campo de los procesos patológicos a corto plazo, requieren conceptos de investigación nuevos desde el punto de vista del investigador científico, de los medios materiales y del apoyo económico.

El investigador debe avenirse a acometer investigaciones sobre saneamiento ambiental a sabiendas de que hay muchas probabilidades de no obtener resultados importantes durante buen número de años y, en ciertos casos, ni siquiera durante toda una vida. Esta predisposición será difícil de crear.

En cuanto a los medios materiales, hemos de proveer lo necesario para albergar y criar animales destinados a la experimentación. Habremos de experimentar con muchas generaciones de animales durante un largo plazo, a fin de observar los efectos de las enfermedades crónicas, en contraste con la aparición relativamente rápida de las manifestaciones agudas. Este es un aspecto de la investigación que, con frecuencia, se ha pasado por alto.

Este mismo esfuerzo de investigación a largo plazo requerirá nuevas normas de financiación de estos proyectos. Esto significa otra innovación con respecto al financiamiento tradicional, que, en la mayoría de los casos, no excede en Estados Unidos los cuatro o cinco años.

Ahora bien, ¿dónde se ha de llevar a cabo la mayor parte de la investigación que se necesita? La universidad y mejor aún la escuela de ingeniería, son los centros más apropiados por muchas razones, algunas

muy patentes y otras no tanto. Pasemos a analizarlas.

La investigación debe considerarse como un aspecto de la enseñanza superior. Como el Dr. Stratton, del Instituto Técnico de Massachusetts, indicó recientemente: "La investigación, en sí, no sólo constituye un elemento esencial de nuestro plan docente, sino una actividad característica e imprescindible de la universidad de hoy".

Desde el punto de vista del plan de estudios, no es necesario insistir en que los aspectos interesantes, prácticos y de más actualidad de muchas materias mejoran mucho por medio de los últimos datos y conocimientos que la investigación rinde.

Un elemento afín que, en la actualidad, ha suscitado una controversia en círculos docentes de Estados Unidos es la función del profesorado en los centros de enseñanza superior. ¿Debe el profesor enseñar o dedicarse a la investigación? ¿Puede hacer ambas cosas? ¿Cuál debe ser la proporción de cada una de ellas? No quiero entrar en esta lid, porque no soy profesor y, por tanto, no estoy plenamente pertrechado para ella. Pero me siento tentado a observar que, sea cual fuere la solución, es indudable que el profesor que se dedica a la investigación, tiene más probabilidades de estar al tanto de los progresos hechos en campos afines al suyo, y modernizará sin duda materias, de lo contrario muy avejentadas, y transmitirá a sus discípulos la convicción de que las soluciones se están buscando ahora y que lo que se hace en la práctica constituye, a lo sumo, la solución actual, no la solución definitiva de los problemas de ingeniería. Esto es importante para la labor docente, porque, con el cada día más acelerado adelanto de la ciencia y la técnica, nuestros planes educativos deben preparar a los estudiantes, no para hacer frente a los problemas de ayer y hallar las soluciones de hoy, sino para acometer los problemas de mañana y sus posibles soluciones. En el mundo moderno, la investigación y la enseñanza son las dos caras de la misma moneda. Parafraseando la bien conocida sentencia bíblica:

“Lo que la mente humana haya unido, ningún hombre dividirá”.

El Dr. Lee A. DuBridge, Presidente del Instituto Técnico de California, señaló otra razón de hacer resaltar la función de la investigación en las universidades: “El físico o el químico puede echar una ojeada alrededor y elegir como tema de investigación casi cualquier asunto que le plazca, y puede además proseguir la misma por tanto tiempo como él decida y luego pasar a otra cosa. Nadie le dice qué problemas son urgentes o necesitan solución inmediata; en realidad, el físico evita los problemas urgentes: esos quedan para el ingeniero. El físico no se pregunta qué es urgente, sino qué es interesante; no qué es importante . . . sino qué es significativo . . . y así puede que descubra un nuevo campo científico que resulte ulteriormente ser de interés práctico y, entonces se lo encomienda al ingeniero y se marcha, dejando la mayoría de los problemas arduos sin resolver”.

Esto, aunque en exceso simplificado, encierra mucho de verdadero y evidente. El ingeniero sanitario, que no se ocupa de bienes materiales, sino de la salud humana, debe buscar solución a cuestiones importantes y con toda rapidez. Sin duda, una forma de hallar soluciones con relativa rapidez consiste en ampliar la escala de la investigación, interesando en la misma a investigadores de otras disciplinas y a otros especialistas. Esto vuelve a poner de relieve la insistente recomendación de un planteamiento de la investigación de orden multidisciplinario.

La investigación se relaciona con varios problemas de mano de obra. Por ejemplo, en Estados Unidos, a causa de la crítica escasez de ingenieros sanitarios, es necesario hacer muchas cosas con poco personal. Por tanto, se procura atraer tan sólo a los estudiantes que más prometen. Naturalmente, éstos se sentirán seducidos por los problemas, las ocasiones y medios de investigación, y por la prueba a que éstos los someterán. Resulta, asimismo, evidente que, para afrontar los actuales problemas de saneamiento del

medio, se necesita personal competente en casi todas las disciplinas de ingeniería, así como en otras colaterales. El planteamiento inter y multidisciplinario es una absoluta necesidad. Donde antes sólo se contrataba al ingeniero civil, con cierta preparación en abastecimiento de agua y sistemas de alcantarillado, se contrata ahora, y se seguirá contratando, al ingeniero mecánico, químico, eléctrico y nuclear. Además, el trabajo de “grupo” en la amplia esfera del control del medio, debe contar con expertos en biología, física, etc., y con el economista, tratadista político y el geógrafo. La mutua fertilización de ideas producida por el planteamiento multidisciplinario de la investigación es indispensable para eliminar los complejos riesgos para la salud que el ambiente encierra en la actualidad. La gran proximidad y concentración de profesores de ciencias, ingeniería, medicina y salud pública ofrecen el ámbito más amplio posible para coordinar todas las aptitudes precisas para hacer frente a nuestros problemas.

Por ejemplo, la instalación de un instituto o centro de saneamiento del medio dentro del recinto de una universidad, podría ser el medio administrativo de aunar el estudio de la química, la física y la biología ambientales con el de la oceanografía, la epidemiología, la toxicología y economía del ambiente. Dicho instituto proporcionaría una amplia estructura docente especializada, donde fomentar los estudios individuales y de grupo, el desarrollo de capacidades y aptitudes, y el intercambio intelectual. Dicho instituto se destinaría a los que quieran dedicarse a actividades prácticas especiales y a los que tienen la vocación de investigar. Indudablemente, el interés y actividad en esta clase de organización se desarrollarán más fácilmente en aquellas instituciones que tengan un profesorado capaz en materia premédica y en ciencias biológicas y físicas, medicina y salud pública, y que hayan demostrado interés por la ingeniería e investigación sanitarias. En Estados Unidos, se ha lanzado por primera vez una propuesta de ensayo con vistas a establecer varios centros de investigación

del sancamiento del medio en instituciones de enseñanza superior seleccionadas.

Asimismo, en el mismo país, la mayoría de las universidades tratan de ofrecer a los estudiantes una orientación intelectual lo más amplia posible. Esto resulta extremadamente difícil de conseguir durante los estudios de graduación y de investigación por falta de profesorado y de otros medios. Por consiguiente—por lo menos en tres casos que yo conozco—, ciertas universidades han resuelto conceder mayor importancia a determinados tipos de investigación, o especializarse en ellos, según el profesorado de que disponen y los temas que le interesan. Estas instituciones se han puesto de acuerdo con otras de la misma región para que cada universidad siga dedicándose de preferencia a las materias en que cuente con profesores más aptos y acepte estudiantes graduados, sobre una base de reciprocidad y sin parcialidad o prejuicio alguno, a fin de ofrecerles una preparación óptima en las especialidades deseadas.

El hecho de que me haya atrevido a someter semejante medida a la atención de ustedes, se debe a las razones siguientes: a) la ciencia y el afán de saber no reconocen fronteras políticas; b) los profesores dedicados actualmente a la investigación hay que utilizarlos con la máxima eficacia, y c) trabajamos para ahorrar vidas, y la vida de cualquier ser humano, es tan preciosa como la de otro.

He dado a entender que, muy lamentablemente, en Estados Unidos, estamos muy lejos de contar con el número de ingenieros preparados y competentes que se necesitan. Al mismo tiempo, las necesidades educativas, de adiestramiento y de operación han aumentado a consecuencia de los nuevos deberes, funciones y responsabilidades añadidos a los que incumbían ya a los ingenieros sanitarios. Nuestros escasos recursos de personal deben utilizarse al máximo. La investigación eficaz constituye uno de los medios de asegurar la utilización máxima de un personal limitado. Esto requiere, a su vez, el establecimiento y mantenimiento,

quizá con carácter mundial, de algún sistema de "información de investigaciones". No hace mucho tiempo, el organismo en que yo trabajo terminó un inventario de las investigaciones relativas a la contaminación del agua que, en Estados Unidos, llevan a cabo las universidades, el gobierno y la industria. Desde luego, el fin que se persigue es el de conseguir que todas las partes interesadas sepan lo que cada cual está haciendo y con qué alcance. Esperamos establecer otros inventarios. Las ventajas del intercambio internacional de esta clase de información son indudables y claras para todos nosotros.

Al mismo tiempo, el uso más eficaz del planteamiento multidisciplinal en investigación, podría ser otro medio más de conseguir el máximo de los limitados recursos humanos disponibles.

Si el personal y los medios son importantes, el apoyo económico no lo es menos. Una vez reconocido que nuestra labor pertenece sobre todo al dominio público, el Congreso de Estados Unidos ha hecho asignaciones crecientes para subvencionar la investigación. Además, hay subvenciones para becas de investigación, para funcionarios en adiestramiento y medios de investigación. Este tipo de apoyo al individuo es importante para que el esfuerzo dedicado a la investigación resulte eficaz.

El Servicio de Salud Pública de mi país administra una parte importante de estas subvenciones. Las relativas a la investigación en el campo del saneamiento del medio han sido otorgadas por el Servicio de Salud Pública desde 1947. Cada vez se dispone de más fondos para proyectos de investigación, adiestramiento de especialistas en investigación, perfeccionamiento del profesorado, desenvolvimiento de planes de estudios especializados para graduados y medios de investigación. Tan sólo el Gobierno Federal puede aportar la cantidad y clase de investigación necesaria para asegurar la salud pública y un nivel de vida más elevado.

El último punto a que quiero referirme es

el relativo al establecimiento de programas de adiestramiento en las universidades para poner al día la preparación de quienes ya se dedican a la especialidad de saneamiento del medio.

Los nuevos conocimientos se están renovando y rectificando con tal rapidez, que hoy se concede más valía a los ingenieros recién graduados que a los expertos de promociones pasadas. Un titular aparecido en un periódico de hace pocas semanas rezaba: "La ingeniería considerada como profesión donde la experiencia no cuenta". El artículo se refería a observaciones hechas por el Dr. Thomas Stelson, Director de Ingeniería Civil del Instituto Carnegie de Tecnología, según el cual, en la mayoría de los casos, sólo los jóvenes recién salidos de la escuela conocen los nuevos adelantos. El Dr. Stelson señala que un ingeniero graduado hace diez años necesita dedicar el 10% de sus horas de trabajo a ampliar los conocimientos vigentes durante sus estudios para poder competir con el ingeniero recién graduado. Para que nuestros colegas estén al corriente de los actuales adelantos, es preciso dar un nuevo impulso a los estudios de la carrera de ingeniería, acentuar la importancia de la enseñanza de los ingenieros ya graduados, brindar adiestramiento de ingenieros durante el servicio, conceder licencias para ampliación de estudios a los profesores de inge-

nería y fomentar un intercambio profesional de ideas mediante las sociedades de ingeniería y reuniones como la presente.

Se debiera alentar a las universidades a que ofrezcan cursillos, seminarios o prácticas de laboratorio en relación con diversos aspectos de la ingeniería del saneamiento del medio. Debiera ser posible que los ingenieros pudiesen, en ocasiones, dejar su trabajo, por períodos de una a tres semanas, al objeto de poner al día sus actividades y acrecentar su eficacia profesional. Un programa eficaz de investigación puede constituir un complemento del programa de adiestramiento y hará posible que éste se ajuste a los últimos adelantos.

Si admitimos que las ciencias de ingeniería se complican cada día más; si convenimos en que muchos problemas de ingeniería sólo pueden resolverse por medio de la investigación; si creemos que el adiestramiento de los ingenieros sanitarios debe ser muy amplio; si estamos convencidos de que el planteamiento multidisciplinal de todos nuestros particulares problemas es útil e indispensable y si el conjunto de todos estos elementos forma un panorama auténtico y significativo, la investigación y el adiestramiento son aspectos integrantes de la ingeniería sanitaria, y las escuelas de ingeniería deben tener en cuenta el mandato que dicho panorama implica.