

REFERENCIA SOBRE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA SANITARIA EN AMERICA LATINA

31 AGOSTO - 4 SEPTIEMBRE 1971

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y
CIENCIAS DEL AMBIENTE

SERIE TECNICA



CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA
SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE
CEPIS

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

93 71
010531

CONFERENCIA SOBRE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA SANITARIA EN AMERICA LATINA

31 AGOSTO - 4 SEPTIEMBRE 1971

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y
CIENCIAS DEL AMBIENTE

SERIE TECNICA

15



CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA
SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE
CEPIS

Handwritten notes:
...
... Centro ...

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

Los trabajos se publican exactamente como se recibieron de sus autores. Los Temas Nos. 4, 6 y 8, y la Presentación Especial, preparados originalmente en inglés, se acompañan de una traducción al español hecha por el CEPIS.

Todos los trabajos son de la responsabilidad exclusiva de los respectivos autores. Su publicación no implica la expresión de una opinión por parte de la OPS.

CONTENIDO

INFORME FINAL DE LA CONFERENCIA

| | |
|---|----|
| <i>I. Introducción</i> | 1 |
| <i>II. Convocatoria y Programa</i> | 3 |
| <i>III. Conclusiones y Recomendaciones.</i> | 7 |
| <i>Homenaje Póstumo al Prof. Gordon M. Fair</i> | 13 |
| <i>IV. Composición de la Conferencia</i> | 15 |
| <i>V. Lista de Participantes</i> | 19 |

TRABAJOS PRESENTADOS

| | |
|--|----|
| <i>Tema No. 1: “La investigación como componente de la educación de Ingeniería Sanitaria”</i> | 27 |
| <i>Tema No. 2: “Facilidades de laboratorio para propósitos de enseñanza e investigación”</i> | 35 |
| <i>Tema No. 3: “Facilidades de biblioteca, herramienta fundamental de la investigación”</i> | 61 |
| <i>Tema No. 4: “Fundamental Considerations on Basic and Problem-Oriented Research”</i> | 71 |
| <i>Tema No. 4: (Versión española) “Consideraciones fundamentales sobre investigación básica y orientada hacia problemas”</i> | 77 |
| <i>Tema No. 5: “Programa de adiestramiento para investigadores”</i> | 85 |
| <i>Tema No. 6: “Influence of Research on Cost of Engineering Projects”</i> | 95 |

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| <i>Tema No. 6:</i> | <i>(Versión española) "Influencia de la investigación en el costo de los proyectos de Ingeniería"</i> | 103 |
| <i>Tema No. 7:</i> | <i>"Áreas de interés para projetos de investigação, no meio ambiente na América Latina"</i> | 111 |
| <i>Tema No. 8:</i> | <i>"The Role of the University in Research in a Challenging Environment"</i> | 121 |
| <i>Tema No. 8:</i> | <i>(Versión española) "El Rol de la Universidad en la investigación frente a un ambiente desafiante"</i> | 129 |
| <i>Presentación Especial:</i> | <i>Research Program of the Pan American Health Organization"</i> | 139 |
| <i>Presentación Especial:</i> | <i>(Versión española) "Programa de investigaciones de la Organización Panamericana de la Salud"</i> | 145 |

**informe final
de la conferencia**

1. INTRODUCCION

La Conferencia sobre Investigaciones en Ingeniería Sanitaria en América Latina, convocada por la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, a través de su Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), se celebró en la ciudad de Lima, Perú, del 31 de agosto al 3 de setiembre de 1971. Colaboraron en forma importante a esta reunión el Ministerio de Salud, el Ministerio de Vivienda, la Universidad Nacional de Ingeniería, la Empresa de Saneamiento de Lima, el Laboratorio Nacional de Hidráulica y el Colegio de Ingenieros del Perú.

La Conferencia contó con la concurrencia de profesores y funcionarios provenientes de once escuelas de ingeniería, dos escuelas de salud pública y dos organismos de adiestramiento e investigación de un total de nueve países americanos. Participaron además activamente catorce ingenieros consultores de la Oficina Sanitaria Panamericana y uno del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Como representantes del Perú concurren delegados de cinco instituciones oficiales y dos asociaciones profesionales.

De acuerdo con lo señalado en la Convocatoria y Programa, las actividades de los días útiles de sesiones oficiales se desarrollaron del modo siguiente:

1. Presentación Especial sobre el Programa de Investigaciones de la Organización Panamericana de la Salud.
2. Presentación de los ocho temas generales de la Conferencia, asignados de antemano a profesionales expertos en la materia correspondiente, quienes prepararon documentos de trabajo que expusieron en sesiones plenarias.
3. Discusión de los documentos de trabajo, durante las que se examinaron y debatieron las cuestiones planteadas por los participantes, intercambiando opiniones, experiencias y, en general, información sobre los temas propuestos.
4. De la presentación de los documentos y de las discusiones que siguieron los relatores extrajeron los puntos que suscitaron mayor interés, recogiendo el consenso de los participantes sobre las materias tratadas y las sugerencias propuestas.
5. El último día de la Conferencia se presentó el informe final de la misma, basado esencialmente en los informes de los relatores, sometiéndolo a la consideración y aprobación de los participantes.

Se espera que las recomendaciones aprobadas contribuyan a que las instituciones de enseñanza de Ingeniería, y especialmente las escuelas de post-grado de Ingeniería Sanitaria, intensifiquen el desarrollo de actividades de investigación como un componente

normal del proceso educacional. Se espera igualmente que las instituciones de enseñanza de Ingeniería incrementen sus esfuerzos para apoyar el perfeccionamiento profesional del personal docente, sea éste logrado en el mismo país o en el extranjero. Una de las áreas que en tal perfeccionamiento se debería considerar como de absoluta necesidad, es la de la investigación. Por último, se abriga la esperanza de que, como resultado de la Conferencia, se acentúe la cooperación entre las universidades y los organismos oficiales conductores de proyectos de ingeniería ambiental, para un desarrollo cada vez más amplio de las actividades de investigación que necesitan los respectivos países.

II. CONVOCATORIA Y PROGRAMA

1. **Título:** Conferencia sobre Investigaciones en Ingeniería Sanitaria en América Latina (CIISAL)
2. **Fecha:** Martes, 31 de agosto a viernes, 3 de setiembre de 1971
3. **Organizador:** Organización Panamericana de la Salud — Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Avenida Salaverry 722, Lima, Perú
4. **Sede:** Hotel Crillón, Avenida Nicolás de Piérola 589, Lima, Perú
5. **Objetivos:**
 - a) Estudiar y evaluar los problemas que se relacionan con el desarrollo de las investigaciones en ingeniería sanitaria en las universidades latinoamericanas
 - b) Destacar la importancia de la investigación en ingeniería sanitaria y analizar las medidas prácticas que lleven a su incorporación como componente normal de la enseñanza de esta disciplina
 - c) Examinar el impacto de la investigación en la reducción de los costos de los proyectos y obras de ingeniería sanitaria
 - d) Estudiar vías por las cuales pueda lograrse un apoyo más vigoroso a la investigación en ingeniería sanitaria de parte de instituciones oficiales y privadas
 - e) Examinar la importancia del adiestramiento del personal ejecutor de los proyectos de investigación
 - f) Estudiar las necesidades de instalaciones físicas y de organismos de apoyo y de laboratorios que faciliten las labores de investigación
6. **Participantes:** Profesores y autoridades de escuelas de ingeniería y de salud pública. Serán invitados a participar en la Conferencia miembros de universidades seleccionadas de América Latina y de los Estados Unidos. También participarán miembros del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y de la Oficina Central de la OPS. Algunos conferenciantes, seleccionados de antemano, presentarán los documentos de trabajo y tomarán parte en las deliberaciones.
7. **Temario:**

Martes, 31 de agosto de 1971

8:00 -- 9:00 a.m. Inscripción, Hotel Crillón, Av. Nicolás de Piérola 589, Lima, Perú

- 9:00 – 9:15 a.m. Palabras de bienvenida
Ing. Odyer A. Sperandio, Director, CEPIS
- 9:15 – 9:30 a.m. Información sobre la mecánica de la Conferencia
Ing. Edmundo Elmore, OPS/OMS
- 9:30 – 10:00 a.m. **Presentación Especial:** “Programa de investigaciones de la Organización Panamericana de la Salud”
Expositor: Dr. Mauricio Martins da Silva, OPS/OMS
- 10:00 – 10:30 a.m. Comentarios sobre el tema
- 10:30 – 11:00 a.m. Receso
- 11:00 – 11:30 a.m. **Tema No. 1:** “La Investigación como componente de la Educación de Ingeniería Sanitaria”
Expositor: Prof. Gustavo Rivas Mijares
Universidad Central de Venezuela
- 11:30 – 12:30 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 1
- 2:30 – 3:00 p.m. **Tema No. 2:** “Facilidades de laboratorio para propósitos de Enseñanza e Investigación”
Expositor: Dr. Rogelio A. Trelles
Universidad de Buenos Aires, Argentina
- 3:00 – 3:30 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 2
- 3:30 – 4:00 p.m. Receso
- 4:00 – 5:00 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 2
- 5:00 – 8:00 p.m. Visita al Laboratorio Nacional de Hidráulica
Cocktail ofrecido por la Universidad Nacional de Ingeniería

Miércoles, 1° de setiembre de 1971

- 9:30 – 10:00 a.m. **Tema No. 3:** “Facilidades de Biblioteca, herramienta fundamental de la Investigación”
Expositor: Prof. Juan Casillas
Universidad Nacional Autónoma de México
- 10:00 – 10:30 a.m. Discusión General sobre el Tema No. 3
- 10:30 – 11:00 a.m. Receso
- 11:00 – 12:00 m. Discusión General sobre el Tema No. 3

2:30 – 3:00 p.m. **Tema No. 4:** “Consideraciones fundamentales sobre investigación básica y orientada hacia problemas”

Expositor: Prof. Warren J. Kaufman
Universidad de California, Berkeley

3:00 – 3:30 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 4

3:30 – 4:00 p.m. Receso

4:00 – 5:00 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 4

Jueves, 2 de setiembre de 1971

9:30 – 10:00 a.m. **Tema No. 5:** “Programa de adiestramiento para investigadores”

Expositor: Prof. Alfonso Zavala
Universidad Nacional de Ingeniería, Lima

10:00 – 10:30 a.m. Discusión General sobre el Tema No. 5

10:30 – 11:00 a.m. Receso

11:00 – 12:00 m. Discusión General sobre el Tema No. 5

2:30 – 3:00 p.m. **Tema No. 6:** “Influencia de la investigación en el costo de los proyectos de Ingeniería”

Expositor: Prof. George J. Schroeffer
Universidad de Minnesota

3:00 – 3:30 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 6

3:30 – 4:00 p.m. Receso

4:00 – 5:00 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 6

7:00 – 9:00 p.m. Visita al Colegio de Ingenieros del Perú, Avenida Arequipa 4947, Miraflores

Exposición del Ing. Augusto Navarro sobre:
“Investigación sobre Ingeniería Sanitaria en el Perú”
Cocktail ofrecido por el Colegio de Ingenieros

Viernes, 3 de setiembre de 1971

9:30 – 10:00 a.m. **Tema No. 7:** “Áreas de interés para projetos de investigação no meio ambiente na América Latina”

Expositor: Prof. José M. Azevedo Netto
Universidad de São Paulo, Brasil

10:00 – 10:30 a.m. Discusión General sobre el Tema No. 7

10:30 – 11:00 a.m. Receso

11:00 – 12:00 m. Discusión General sobre el Tema No. 7

2:00 – 2:30 p.m. **Tema No. 8:** "El Rol de la Universidad en la investigación frente a un ambiente desafiante"

Expositor: Prof. Emory Kemp
Universidad de West Virginia, Morgantown

2:30 – 3:30 p.m. Discusión General sobre el Tema No. 8

3:30 – 6:00 p.m. Receso

6:00 – 6:30 p.m. Recomendaciones de la Conferencia
Secretario General, OPS/OMS

7:00 – 8:00 p.m. Clausura de la Conferencia

9. Metodología: La Conferencia basará su desarrollo en ocho documentos de trabajo, presentados por expositores previamente seleccionados.

Los documentos de trabajo serán presentados en el idioma original del expositor. Se proveerá servicio de interpretación simultánea. Se adjudicará un máximo de treinta minutos para la presentación de cada trabajo. Cada tópico será discutido por el grupo de participantes, inmediatamente después de concluida su presentación.

Las recomendaciones de la Conferencia, extraídas de las discusiones, serán presentadas a los participantes en la sesión plenaria final para su consideración y aprobación.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La investigación en todas sus manifestaciones, incluyendo la pesquisa bibliográfica, la investigación aplicada o tecnológica, y la investigación básica, constituye un instrumento valiosísimo para la docencia, imprescindible para alcanzar en la enseñanza un nivel académico adecuado al actual desarrollo científico y tecnológico de la Ingeniería Sanitaria. La investigación, por lo tanto, debe ser considerada como una actividad normal dentro de la Universidad.
2. Todos los profesores de Ingeniería Sanitaria deberían participar en labores de investigación, incluyendo tanto los que se desempeñan a tiempo completo como los que prestan sus servicios a tiempo parcial, los que deberían vincularse con programas investigativos de la universidad o de empresas ligadas con ésta.
3. El desarrollo industrial, y el inexorable proceso de urbanización que vienen experimentando los países de la América Latina, hacen necesario que se efectúen trabajos de investigación en diversos campos de la ingeniería sanitaria, además de los de tratamiento de agua y desagües. Entre ellos se puede citar la contaminación del aire, la salud ocupacional y, en general, los que se refieren a problemas de contaminación y de calidad del ambiente. Estos estudios deben constituir una de las metas importantes de los programas de investigación de la universidad contemporánea.
4. La investigación universitaria puede dividirse en investigación básica o pura, investigación aplicada, trabajo investigativo y de análisis o muestreo. Se recomienda que en la presente etapa del desarrollo de la América Latina se dé prioridad a la investigación orientada a la solución de problemas, de acuerdo con la realidad económica y social propia del medio y del tipo prevalente de sus industrias.
5. Se recomienda desarrollar investigaciones mediante convenios de asistencia mutua entre las universidades y entidades públicas o privadas. Esto fomenta el trabajo conjunto entre los profesores que se desempeñan a tiempo completo y los profesionales de las instituciones responsables de la planificación y ejecución de obras de Ingeniería Sanitaria, facilitando su coordinación, la fijación conjunta de las prioridades y la aplicación inmediata de los resultados y conclusiones obtenidos mediante la investigación.
6. Para establecer la prioridad de los programas de investigación, y en el desarrollo de éstos, se recomienda dar especial énfasis a las relaciones beneficio/costo y a las implicaciones sociales de los correspondientes proyectos, a fin de que contribuyan más eficazmente al desarrollo y mejor utilización de los recursos locales.

7. La prestación de servicios en laboratorios universitarios ofrece la posibilidad de proyectar la universidad hacia la comunidad, reforzar la formación de los alumnos, mejorar los laboratorios, y ayudar a la financiación de los mismos. Para lograr este último objetivo, los servicios de cualquier índole deben ser remunerados de acuerdo con los aranceles vigentes, creados por la demanda profesional.

Para la prestación de servicios a terceros, el campo de acción de los laboratorios universitarios puede variar de acuerdo con el grado de desarrollo de los mismos y las necesidades del medio donde operen.

8. Se recomienda que las entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales, participen de una manera positiva en la aceleración de los procesos de investigación. Esto aportaría importantes beneficios al permitir disponer de métodos más simples y eficientes, en mayor cantidad, en menor tiempo, con mejor calidad, y a un costo más bajo, para la solución de los problemas ambientales.
9. Se recomienda destacar el valor económico de la investigación como elemento para la obtención de proyectos a costos mínimos. Esto permite liberar recursos financieros que pueden destinarse a la atención de otros problemas urgentes de los países.
10. Una de las medidas más efectivas tendientes a incrementar la investigación en Ingeniería Sanitaria en América Latina es la formación y el entrenamiento de investigadores, debiéndose aprovechar para ello la inquietud propia de la juventud. Esto puede lograrse realizando investigaciones en los propios países, o enviando a los futuros investigadores a hacer estudios en países con mayores facilidades para esta actividad.
11. Corresponde tanto a las Universidades como a los Institutos, Consejos y Centros de Investigación, sean del sector público o privado, la formación de nuevos investigadores, con la eventual ayuda de organismos internacionales, y la de organismos nacionales relacionados de una u otra manera con la Ingeniería Sanitaria.
12. La enseñanza de la Ingeniería Sanitaria debe orientarse hacia la creación de una inquietud y mentalidad investigativa, para que los egresados estén capacitados y motivados hacia la práctica de la pesquisa bibliográfica y de la investigación. Se podría, por ejemplo, demandar rutinariamente en los exámenes de los futuros profesionales conocimientos sólo asimilables mediante la consulta sistemática de las referencias bibliográficas que se les suministren.
13. La expansión económica de la América Latina demanda un constante desarrollo industrial y minero, que puede acarrear riesgos crecientes para la salud del sector obrero que participa en esta tarea. Se recomienda que en los planes de enseñanza de las carreras de ingeniería en general, y de ingeniería sanitaria en especial, se

incluyan asignaturas y programas de investigación sobre seguridad e higiene industrial, orientados a ilustrar sobre los riesgos involucrados en los procesos de trabajo, los métodos de protección más aconsejables para controlarlos y las medidas más recomendables para adecuar los ambientes y lugares de trabajo, de acuerdo con el tipo de industrias predominantes en cada país en particular.

14. Para dar estímulo adecuado al desarrollo de investigaciones, y a la formación de investigadores, se recomienda:
 - a. Promover la comunicación entre los investigadores de América Latina, y entre los futuros investigadores, para que la difusión de los resultados de sus trabajos les sirva de estímulo.
 - b. Preparar una guía para la iniciación de investigaciones.
 - c. Sugerir a los gobiernos la creación y/o fortalecimiento de un organismo de alto nivel encargado de la promoción de la investigación.
 - d. Estimular la permanencia en sus propios países de los investigadores, experimentados o en formación, evitando su emigración a otros de mayor desarrollo.
 - e. Proponer a la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS), el establecimiento de premios exclusivos para la investigación.
15. Para motivar más efectivamente a los actuales investigadores, y para promover el desarrollo de aptitudes, se recomienda adoptar las siguientes medidas:
 - a. Garantizar al futuro investigador su colocación en centros universitarios y de otra índole.
 - b. Otorgamiento de becas, realización de viajes de estudio, y un intercambio activo entre los investigadores de países de América Latina.
 - c. Remuneraciones adecuadas que permitan una vida tranquila y decorosa, incluyendo las correspondientes prestaciones sociales, seguros médicos y de accidentes, etc.
16. Se debe procurar que todo investigador adquiriera la conciencia de que debe escribir, publicar y difundir los resultados de sus investigaciones, para que el beneficio de las mismas sea mayor.
17. Se recomienda fortalecer la capacidad de los profesionales dedicados a la investigación, mediante adiestramiento en la planificación y metodología de la investigación.

18. Se recomienda que la Organización Panamericana de la Salud, como una forma de incentivar y despertar el interés en la investigación, continúe con su buena política de fomentar este tipo de trabajos, en especial en aquellos países y universidades que cuentan con menores recursos, y que incremente notoriamente las sumas destinadas a Ingeniería Sanitaria dentro de sus aportes a programas de investigación.
19. Para aprovechar adecuadamente la capacidad operativa de un centro de investigación es necesario:
 - a. Dotar a los investigadores de un ambiente adecuado.
 - b. Disponer de una buena fuente de información bibliográfica.
 - c. Regionalizar la actividad de los laboratorios para aprovechar mejor la capacidad disponible, ofreciendo servicios a una clientela potencial más numerosa.
 - d. Mantener actualizados los inventarios de equipos y la capacidad en volumen y tipo de trabajo de los laboratorios, y distribuir esta información entre los posibles usuarios de los servicios.
 - e. Diseñar los laboratorios con suficiente flexibilidad y en forma tal que permitan su expansión progresiva, de acuerdo a las necesidades de los programas.
20. Se debe apoyar el enfoque interdisciplinario que incorpora la Ingeniería Sanitaria a un campo más amplio, llamado por algunos Ingeniería Ambiental, que reclama la contribución de otras especialidades de la ingeniería, y la de médicos, biólogos, químicos y otros científicos. Se debe tener suficiente flexibilidad para modificar las disciplinas tradicionales en ingeniería, para facilitar y desarrollar capacidad de investigación, y para educar profesionales que puedan aplicar conocimientos nuevos, generados en estos esfuerzos multidisciplinarios. La Ingeniería Sanitaria tiene en todo esto un importante papel y, consecuentemente, el ingeniero sanitario debe participar en la dirección, coordinación y ejecución de los respectivos estudios, proyectos e investigaciones.
21. La biblioteca constituye una herramienta fundamental en el campo de la investigación y la enseñanza. Toda investigación debe iniciarse con la búsqueda bibliográfica de trabajos relacionados con el tema, siendo necesaria la consulta de gran variedad de fuentes, de acuerdo a la especialidad y las actividades que se espera desarrollar.
22. Uno de los factores fundamentales para desarrollar actividades investigativas es contar con una correcta, oportuna y completa información sobre los temas por investigar. Para ello es necesario promover en cada centro de estudios la formación de bibliotecas especializadas que reciban apoyo adecuado de entidades internacionales

de información y referencia. Se recomienda que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), cumpla esta función a nivel panamericano.

23. Considerando que los investigadores obtienen una gran parte de la información necesaria de fuentes bibliográficas, y que encuestas efectuadas demuestran que esta búsqueda demanda alrededor de un 25% del tiempo total dedicado a la investigación; que la explosión de información existente, incluyendo libros, artículos de revistas, informes técnicos, patentes, etc., hace necesario el estudio de modernos sistemas de almacenamiento de información, se recomienda que las bibliotecas cuenten con sistemas modernos de registro, almacenamiento y recuperación de información que sean prácticos y efectivos, a fin de que los investigadores puedan tener acceso rápido a la información y, consecuentemente, pueda ésta utilizarse en mejor forma.
24. Se estima necesario que los Centros de Investigación latinoamericanos destinen un porcentaje de sus inversiones a servicios de información y documentación, a fin de que los investigadores puedan desarrollar en forma eficiente sus actividades.
25. Dada la escasez de recursos económicos con que opera la mayoría de las bibliotecas técnicas en Latinoamérica, se recomienda establecer una cooperación entre las existentes, tanto a nivel nacional como internacional, para optimizar los servicios y lograr un mejor trabajo conjunto.
26. Dado que actualmente existen dificultades para que los investigadores de América Latina conozcan y obtengan la información producida en los diversos países latinoamericanos, se recomienda que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), mediante gestiones directas, trate de obtenerla y difundirla utilizando, entre otros métodos, la preparación de resúmenes analíticos de artículos y trabajos.
27. Se recomienda que se amplíe el nivel de conocimiento científico y técnico de los egresados de las Escuelas de Biblioteconomía de América Latina, que se desempeñen o aspiren a desempeñarse en bibliotecas relacionadas con la Ingeniería Sanitaria, mediante adiestramiento a nivel local o en el exterior.
28. Se recomienda solicitar al Comité Organizador del XIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS), que se realizará en Paraguay en 1972, que en atención a la importancia del tema "Bibliotecas" lo incluya en el temario del Congreso, y pedir a la Organización Panamericana de la Salud su colaboración al respecto.

29. Dada la creciente importancia que para la mejor conservación de los recursos naturales está adquiriendo el problema de la contaminación de las aguas, se recomienda que en la selección de los trabajos de investigación se dé especial énfasis a este aspecto, *incluyendo los de reutilización de las aguas y de aprovechamiento de los residuos.*
30. El aprovechamiento integral de la capacidad asimilativa o de autopurificación de los cuerpos receptores debe investigarse exhaustivamente, antes de recurrir al auxilio de métodos artificiales de depuración.
31. Las investigaciones en Ingeniería Sanitaria, orientadas a desarrollar medidas para mejoramiento y conservación de los recursos del medio ambiente, pueden realizarse a escala de laboratorio o en el campo, conforme a las necesidades de la investigación y a sus limitaciones económicas. La utilización de plantas experimentales para obtener coeficientes y parámetros que determinen los criterios de diseño para efectuar modificaciones, ampliaciones y desarrollo de nuevas unidades de tratamiento, debería ser la norma. Esto permite obtener diseños económicos y reales que operen eficientemente y de acuerdo con la realidad de cada país.
32. Con el fin de facilitar el establecimiento de nuevos laboratorios y mejorar los existentes, se recomienda:
 - a. Divulgar las informaciones referentes a los equipos requeridos en los laboratorios de enseñanza a diferentes niveles. Se recomienda especialmente la divulgación de las listas preparadas por el Programa de Ingeniería Sanitaria desarrollado por el Gobierno de Venezuela con la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y de la Organización Panamericana de la Salud.
 - b. Elaborar listas de equipos mínimos que permitan demostrar los principios de los procesos unitarios, aunque sea de una manera elemental.
 - c. Incluir en la publicación de estudios especiales e investigaciones la relación de los recursos humanos y materiales utilizados en la ejecución del trabajo.
33. Las listas de equipos de laboratorio presentadas como anexo del Tema No. 2, "Facilidades de laboratorio para propósitos de Enseñanza e Investigación", se consideran de mucha utilidad. Se recomienda solicitar al CEPIS que las distribuya a organismos universitarios y de investigación en ingeniería sanitaria, complementadas con otras, tales como las relacionadas con estudios de contaminación por automotores, determinación de polvos y partículas en suspensión, gases, trabajos en túneles, minería, condiciones técnicas desfavorables, ruidos, etc.

HOMENAJE POSTUMO

Considerando los eficientes y prolongados servicios prestados por el Prof. Gordon M. Fair, de la Universidad de Harvard, a la investigación, la docencia universitaria y la formación de nuevos investigadores, tanto en los Estados Unidos como en la América Latina y Europa, la Conferencia acuerda:

- a. Expresar el sentimiento de todos los participantes por su lamentable deceso y aprobar un voto de reconocimiento a los valiosos servicios prestados a la Ingeniería Sanitaria.
- b. Expresar igualmente su esperanza de que las nuevas generaciones de ingenieros sanitarios sepan continuar adelante por la huella señalada por este ilustre investigador y docente.

IV. COMPOSICION DE LA CONFERENCIA

COORDINADORES

Ing. Odyer A. Sperandio
Director
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
y Ciencias del Ambiente, OPS

Ing. Edmundo Elmore
Unidad de Educación e Investigación
Departamento de Ingeniería y Ciencias del Ambiente
Oficina Central, OPS

SECRETARIO GENERAL

Ing. Ricardo Haddad
Asesor en Contaminación Atmosférica
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
y Ciencias del Ambiente, OPS

COLABORADORES TECNICOS

Ing. Hernando Correal
Proyecto Venezuela-6400, OPS

Ing. Edmundo Izurieta
Ingeniero Zonal, Zona II, OPS

Ing. Fernando Vargas
Proyecto Venezuela-6400, OPS

DIRECCION DE LAS SESIONES

Presentación Especial: "Programa de investigaciones de la Organización Panamericana de la Salud"

Expositor: Dr. Mauricio Martins da Silva
*Jefe del Departamento de Desarrollo y
Coordinación de Investigaciones, OPS*

Moderador: Ing. Ricardo Haddad (OPS)
Secretario General de la Conferencia

- Tema No. 1:** "La Investigación como componente de la Educación de Ingeniería Sanitaria"
- Expositor:** Prof. Gustavo Rivas Mijares
Universidad Central de Venezuela
- Moderador:** Ing. Roberto Blume
Ministerio de Vivienda, Perú
- Relator:** Ing. Juan Pablo Schifini
Universidad de Chile
- Tema No. 2:** "Facilidades de laboratorio para propósitos de Enseñanza e Investigación"
- Expositor:** Dr. Rogelio A. Trelles
Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Moderador:** Ing. Augusto A. Navarro Palma
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Relator:** Ing. Geza Andrés Hibjan
Universidad Católica "Andrés Bello", Venezuela
- Tema No. 3:** "Facilidades de Biblioteca, herramienta fundamental de la Investigación"
- Expositor:** Prof. Juan Casillas*
Universidad Nacional Autónoma de México
- Moderador:** Ing. Alberto Flórez
Ingeniero Zonal, Zona IV, OPS
- Relator:** Ing. Enrique Jimeno Blaïco
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Tema No. 4:** "Consideraciones fundamentales sobre investigación básica y orientada hacia problemas"
- Expositor:** Prof. Warren J. Kaufman
Universidad de California, E.U.A.
- Moderador:** Ing. Rodolfo González Morasso
Universidad de San Carlos, Guatemala
- Relator:** Ing. Luis Mantilla Fernandini
Ministerio de Vivienda, Perú

(*) Por ausencia del Prof. Casillas, autor del trabajo, quien se vio impedido de concurrir, el tema fue presentado por el Prof. Pedro Martínez Pereda, de la misma Universidad.

- Tema No. 5:** "Programa de adiestramiento para investigadores"
- Expositor: Prof. Alfonso Zavala Cavassa*
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Moderador: Dr. José de Santa Ritta
Instituto de Engenharia Sanitária, Brasil
- Relator: Ing. José Lozano Franco
Universidad Autónoma de Chihuahua, México
- Tema No. 6:** "Influencia de la investigación en el costo de los proyectos de Ingeniería"
- Expositor: Prof. George J. Schroepfer
Universidad de Minnesota, E.U.A.
- Moderador: Ing. Odyer A. Sperandio
Director, CEPIS, OPS
- Relator: Prof. Pedro Martínez Pereda
Universidad Nacional Autónoma de México
- Tema No. 7:** "Áreas de interés para proyectos de investigación no medio ambiente na América Latina"
- Expositor: Prof. José M. de Azevedo Netto
Universidad de São Paulo, Brasil
- Moderador: Dr. Warren J. Kaufman
Universidad de California, E.U.A.
- Relator: Ing. Miryam Mujica Quintanilla
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Tema No. 8:** "El Rol de la Universidad en la investigación frente a un ambiente desafiante"
- Expositor: Prof. Emory L. Kemp
Universidad de West Virginia, E.U.A.
- Moderador: Dr. Carlos del Río Cabrera
Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Relator: Prof. Delmar Gutiérrez
Universidad del Valle, Colombia

(*) El tema fue presentado por el Ing. Augusto A. Navarro Palma, de la misma Universidad.

Audiovisuales: Sr. Amador Salazar, Técnico

Impresiones: Sr. Alberto Espinoza, Técnico Impresor, CEPIS, OPS

Interpretación simultánea: Sra. María de Farfán, Intérprete
Sra. Esther Romero, Intérprete

Secretaría: Sra. Norma de Flores, Jefe de Administración, CEPIS, OPS
Sra. Liliana J. de Hidalgo, Secretaria, CEPIS, OPS
Srta. María Marchese, Secretaria, CEPIS, OPS
Srta. María Mispireta, Secretaria, CEPIS, OPS
Srta. Luz María Belaúnde, Recepcionista
Sr. Manuel G. Reyes, Ayudante de Sala

V. LISTA DE PARTICIPANTES

ARGENTINA

Dr. Rogelio Trelles (Expositor del Tema No. 2)
Director
Instituto de Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ingeniería
Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina

BRASIL

Eng. Octacilio Alves Caldeira
Diretor
Centro Tecnológico de Saneamento Básico
Secretaria dos Serviços e Obras Públicas
São Paulo, Brasil

Prof. José M. de Azevedo Netto (Expositor del Tema No. 7)
Profesor Titular de Engenharia Sanitária
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

Prof. Ivanildo Hespagnol
Faculdade de Higiene e Saúde Pública
Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

Dr. José de Santa Ritta
Diretor
Instituto de Engenharia Sanitária
Superintendência de Urbanização e Saneamento
Rio de Janeiro, GB, Brasil

COLOMBIA

Prof. Delmar Gutiérrez
Decano Asociado para Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ingeniería
Universidad del Valle
Cali, Colombia

CHILE

Ing. Juan Pablo Schifini
Ingeniero Jefe
Sección Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile
Santiago, Chile

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Dr. Warren J. Kaufman (Expositor del Tema No. 4)
Department of Civil Engineering
University of California
Berkeley, California
E.U.A.

Prof. Emory L. Kemp (Expositor del Tema No. 8)
Director
Civil Engineering Department
West Virginia University
Morgantown, West Virginia
E.U.A.

Prof. George J. Schroepfer (Expositor del Tema No. 6)
Institute of Technology
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota
E.U.A.

GUATEMALA

Ing. Rodolfo González Morasso
Director
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria para Centro América y Panamá
Universidad de San Carlos
Guatemala, Guatemala

MEXICO

Ing. José Lozano Franco
Profesor de Ingeniería Sanitaria
Escuela de Ingeniería
Universidad Autónoma de Chihuahua
Chihuahua, México

Prof. Pedro Martínez Pereda
Coordinador de Estudios e Investigación
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
México, D.F., México

PERU

Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria

Ing. Víctor Ojeda Rodríguez
Presidente

Colegio de Ingenieros del Perú

Ing. Carlos Abad García
Presidente
Capítulo de Ingenieros Sanitarios

Consejo Nacional de Investigación

Ing. Ricardo Corzo Gordillo
Director
Programa de Ingeniería Sanitaria
Ministerio de Salud

Consejo Nacional de la Universidad Peruana

Ing. Alejandro Beúnza Gómez
Director de Planificación Universitaria

Empresa de Saneamiento de Lima

Ing. Miguel de la Cuba Ibarra
Gerente General

Ing. Ernesto Maisch Guevara
Jefe del Comité de Asesoramiento de la Presidencia Ejecutiva

Ing. José Arrisueño Arispe
Jefe, Oficina de Planificación

Laboratorio Nacional de Hidráulica

Ing. Alfonso Alcedán de la Cruz
Director

Ministerio de Salud

Ing. Oscar Cáceres López
Asesor de Saneamiento Ambiental

Ing. Carlos Flores Mena
Jefe del Dpto. de Inspección y Control
Instituto de Salud Ocupacional

Ing. Carlos Mantilla Fernandini
Escuela de Salud Pública

Ministerio de Vivienda

Ing. Roberto Blume Burbank
Director de Proyectos
Dirección General de Obras Sanitarias

Ing. Luis Mantilla Fernandini
Asesor

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (CRYRZA)

Ing. Jorge Moloniewicz
Experto en Ingeniería Sanitaria

Universidad Nacional de Ingeniería

Ing. Luis Chang Reyes
Profesor

Ing. Harry Dawson Vásquez
Jefe del Dpto. Académico de Saneamiento

Ing. Enrique Jimeno Blasco
Profesor Asociado

Ing. Miryam Mujica Quintanilla
Profesor Asociado

Ing. Augusto A. Navarro Palma
Secretario General

Ing. Jorge Pflucker Holguín
Profesor

Dr. Carlos del Río Cabrera
Director de Enseñanza e Investigación

Ing. Carlos Ruiz Altuna
Profesor

VENEZUELA

Dr. Germán Amaya
Jefe, Departamento de Ingeniería Sanitaria
Universidad de Zulia
Maracaibo, Venezuela

Ing. Geza Andrés Hibjan
Jefe, Laboratorio de Ingeniería Sanitaria
Universidad Católica "Andrés Bello"
Caracas, Venezuela

Dr. Gustavo Rivas Mijares (Expositor del Tema No. 1)
Programa de Post Grado de Ingeniería Sanitaria
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

Dpto. de Ingeniería y Saneamiento del Medio
Washington, D.C., E.U.A.

Ing. Edmundo Elmore

Zona I – Caracas, Venezuela

Ing. Hernando Correal

Ing. Fernando Vargas

Zona II – México, D.F., México

Ing. Edmundo Izurieta

Zona IV – Lima, Perú

Ing. Alberto Flórez, Ingeniero Zonal

Ing. Bernardo Gómez

Dr. Henrique M. Penido, Jefe Zonal

Dr. Fortunato Vargas Tentori, Jefe Zonal Adjunto

Ing. Henyk Weitzenfeld

**Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y
Ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima, Perú**

Ing. Jorge Arboleda

Asesor en Tratamiento de Agua

Dr. Carl Bartone

Asesor en Análisis de Sistemas

Ing. John J. Bloomfield

Asesor en Higiene Industrial

Ing. Ricardo Haddad

Asesor en Contaminación Atmosférica

Ing. Odyer A. Sperandio

Director

trabajos presentados

LA INVESTIGACION COMO COMPONENTE DE LA EDUCACION DE INGENIERIA SANITARIA

Prof. Gustavo Rivas Mijares
Universidad Central de Venezuela

La investigación científica en todas sus manifestaciones, desde la investigación básica (creación del conocimiento), la aplicada dirigida (tecnología) y las más simples manifestaciones aún de pesquisas bibliográficas (dominio del saber), constituyen, indistintamente, un instrumento de docencia de valor incomparable.

No es posible lograr un nivel académico aceptable, en cualquiera de las cátedras que hoy se consideran componentes de la disciplina de la ingeniería sanitaria, ni el que reflejen el interés que la dinámica de su exposición viene exigiendo principalmente durante las últimas décadas de este siglo, sin establecer paralelamente con la acción misma de la transmisión del conocimiento, las actividades investigativas propiamente denominadas "investigaciones de cátedra".

Esto es aún más valedero en nuestro caso, cuando el campo de acción de esta rama de la ingeniería se vuelve cada día más y más interdisciplinario.

Si es verdad que el conocimiento científico básico es universal, y que sus modalidades de aplicación conforman la tecnología, ésta debe reflejar aspectos circunstanciales, en nuestro caso particular de medio, que constituyen en sí la esencia de la tan comentada adaptación de las ciencias.

Son tan diversas las características, que de todo orden, ofrecen las tan distintas regiones del globo —y entre ellas para nosotros situados en una gran mayoría dentro del área tropical de las Américas— que particularmente y con una mayor necesidad aparece para la ingeniería sanitaria, la necesidad de conocer sobre el comportamiento de una serie de procesos de los más generalmente utilizados por nosotros dentro de las obras de saneamiento del medio, en donde se desarrolla una intensa labor de preservación unas veces y de rescate otras de nuestro ambiente de agua, aire y suelo.

Estas actividades de investigación, a todos los niveles ya mencionados, dan primeramente al catedrático un más firme dominio de los temas de su incumbencia: primer factor componente de la educación.

El paso inicial requerido para que un investigador compruebe sobre la existencia de ciertos principios y conocimientos —por inquietud científica— es el de la información previa acerca de las interrogantes ligadas con lo anterior, a los temas de su competencia como profesor universitario. Es, sin lugar a dudas, el de una revisión de la literatura existente. Revisión ésta que obliga a seguir desde los comienzos, los pasos y contribuciones, que en tal línea de trabajo, hayan sido dados y hayan aparecido publicados.

Tal acción provoca en quien la ejecuta, una fuerte motivación, un mayor interés y aún una mayor también curiosidad por conocer más a fondo la problemática de sus interrogantes, de sus imprecisiones y de sus lagunas de conocimiento en la secuencia de los temas de la enseñanza.

Ello constituye así una forma de estudio —preparación de temas y áreas de exposición— que de por sí es preferible sin discusión, a la ya tradicional y por desgracia aún imperante, entre la mayoría de nosotros, en la América Latina— la de estudiar y aprender podríamos decirlo, principalmente con la ayuda de libros de texto, que si bien representan una fuente básica de conocimientos, no muestran la dinámica de los trabajos contenidos dentro de las publicaciones periódicas científicas más recientes.

Nuestro campo de acción, por razones bien conocidas, está hoy por hoy constituido por asignaturas de estudio de muy diversa procedencia, interdisciplinarias como ya se anotara, y en donde han de conjugarse básicamente las ciencias de la ingeniería (ingeniería civil), de la biología (microbiología del agua y de los residuos líquidos) y de la química (la química sanitaria también del agua y sus residuos), además de otras inherentes a las ya citadas, ciencias económicas y sociales en ciertos de sus aspectos y de la medicina (medicina tropical) y de la salud pública (saneamiento del medio).

Las investigaciones son —en la mayoría de los casos— por las razones dadas en el párrafo anterior, también de carácter interdisciplinario. En la mayoría de los casos se requiere, consecuencialmente, de un equipo humano de investigadores con el dominio de diferentes áreas del conocimiento.

Las pesquisas dentro de estos núcleos de trabajo permiten al profesor que la ejerza, enseñar la ingeniería sanitaria con más propiedad al obtener una visión integral de conjunto, provechosa por demás decirlo, para ofrecer en sus presentaciones, un material de enseñanza más coherente, de más firme base académica, y con un enfoque más sincero sobre las modalidades tecnológicas que pueden requerirse en un medio que posee limitados recursos para desarrollar sus programas de saneamiento del medio. A través, lógica y principalmente, de sus propias fuentes de capacidad humana, de equipos y materiales autóctonos, en la medida en que fuese viable producirlos y obtenerlos. Estos últimos aspectos son de especial significación si se desea, realmente, llevar a cabo programas de ingeniería sanitaria de factible ejecución y efectividad.

La elaboración y presentación de los programas de las materias que constituyen los pensa de estudio en sus diversas modalidades: pregrado clásico dentro de las escuelas de ingeniería civil; de especialización de pregrado (opciones) o de postgrado (maestrías) y aún de doctorado, podrían reflejar más fidedignamente la necesaria correlación disciplinaria, los más recientes y novedosos sistemas y técnicas, y lo que es más importante aún, los más recientes aspectos de nuevas áreas de acción. Programas que estén y se mantengan al día con la cambiante revolución tecnológica de estas últimas décadas.

Es necesario interesar a un mayor número de nuestro profesorado en estas labores investigativas. No se aspira, ni es esa la intención, en convertir a nuestros catedráticos

en investigadores. Lo que sí es importante, de un incalculable beneficio, es el que nos sintamos todos, en mayor o menor grado, contribuyendo, colaborando en aspectos investigativos de cátedra, siempre imprescindibles. Aún si fuese el caso, tan sólo a través de la simple investigación bibliográfica. Ello derivaría, como se ha mencionado ya, en una transmisión más real y dinámica del conocimiento.

Por otra parte, en aquellas facultades de ingeniería en donde exista la opción, o mejor aún, de cursos para graduados (maestría y el doctorado), esta actividad pasa a ser imprescindible para quienes tienen la responsabilidad de enseñar en esos niveles. Las prácticas de laboratorio en estos casos deben constituir, por sinónimo, los primeros pasos dirigidos a iniciar o incrementar la investigación, al menos aplicada. Los estudiantes a tiempo completo constituyen dentro de tal ciclo, una de las armas más efectivas para realizar la serie de experimentos que conforman la base experimental de la investigación y es por ello que, una forma efectiva de iniciar o intensificar la investigación en nuestras escuelas y departamentos de ingeniería sanitaria, es la de promover —progresivamente con las previsiones del caso— la implantación de cursos de postgrado. A su vez, tal esfuerzo y necesidad de hoy, debe ser establecida con el rigor académico que tal responsabilidad exige.

Es necesario preparar a los niveles superiores del saber al grupo de profesores universitarios que puedan idóneamente iniciar tales actividades. Promover la instalación de laboratorios adecuados y de bibliotecas departamentales con el mínimo de publicaciones del ramo que garanticen la necesaria y amplia referencia bibliográfica del caso.

De un personal técnico y auxiliar de laboratorio que soporte las actividades de análisis de información que permita establecer valores con verdadera significación estadística.

Todas estas facilidades, lógicamente, tienden a reforzar la educación de la ingeniería sanitaria en nuestras universidades de la América Latina.

Por otra parte, el enriquecimiento de nuestras bibliotecas con el andar del tiempo, y estas actividades de investigación (con la creciente necesidad de la consulta constante y cada día más generalizada), permitirá ofrecer, a los otros profesores y a los estudiantes, mayores oportunidades de consultar los libros y revistas científicas de la especialidad, de la más variada procedencia y de las más variadas opiniones y conceptos de nuestra disciplina.

La satisfacción, tanto para profesores como para estudiantes, será también un factor de estímulo para dedicar más aún de sus esfuerzos en lograr ideas y conocimientos de más útil y factible aplicación, para la solución de los tantos problemas que aquejan a nuestro continente.

Creemos de utilidad citar algunos párrafos del artículo "La Docencia Universitaria" publicado por el autor del presente trabajo:

“En las pasadas generaciones —y estas últimas, entre las cuales necesariamente hemos de situarnos nosotros— los profesores universitarios en mayor o menor grado, deben ubicarse en los niveles más deseados del conocimiento para lograr que nuestros alumnos queden formados al punto de que ellos por sí mismos, desde el propio inicio de su carrera científica, puedan producir un aporte sustancial al cambio acelerado que demanda nuestro siglo. Si logramos producir profesionales situados al nivel científico de esta época, sería posible impulsar a nuestros países, en muchos aspectos, al límite de llevarlos a posiciones de vanguardia como naciones que puedan contribuir al crecimiento de la ciencia en grado aceptable”.

“Si el catedrático pudiera transmitir, con todos sus matices, el ritmo dinámico de la ciencia y su modalidad creadora, sería posible que las nuevas generaciones de egresados, acortaran progresivamente esa etapa de transmisión, y pudiéramos acercar, así, nuestra ciencia a los niveles acusados por los países pioneros de esta época de la revolución tecnológica y científica”.

“Entendemos que esta etapa de transmisión es larga y ardua, pero necesaria para que podamos marchar más acordes con la posición que el mundo siempre ha esperado y espera de estos países jóvenes, llamados a formar en el futuro un bloque de Estados directrices en el mundo”.

“Situándonos de nuevo en el punto ya enfáticamente comentado —aquel que nos permitiría seguir el ritmo del dinamismo científico de los últimos años de este siglo— nos habríamos de situar a la vez en una posición en la cual la investigación aplicada y, por natural consecuencia, la investigación básica, le permitirían al catedrático dominar la ciencia con una amplitud tal como para estructurar y programar su enseñanza al extremo de ofrecerle al estudiante un compendio que le permita actuar a partir de ese nuevo escalón, cuyo nivel lo acercaría más y más al objetivo deseado”.

“El egresado podría de esta manera ahorrar, digámoslo así, un tiempo precioso: el que actualmente invierte en consolidar su conocimiento. Por ello, le sería posible, en el caso de que actúe en la sociedad como profesional técnico, que su contribución al país fuera más efectiva y racional; y para el que actúe en la docencia, el avanzar rápidamente dentro del campo de acción donde su contribución es tan esperada y necesitada”.

“Las consideraciones anteriores nos hacen pensar, además, que es de vital importancia la definitiva estructuración de los cursos para graduados, en donde los aspirantes reciban un entrenamiento que de otra manera, si lo hicieran por sí mismos, requeriría un tiempo que, integrado para todos, representaría un esfuerzo humano muchas veces mayor al de un determinado grupo de profesores, cuya específica misión es la de ir hacia la ciencia, captarla, asimilarla en forma integral, y luego transmitirla —en primer lugar— a través del ejercicio de su cátedra. Los esfuerzos así coordinados, permitirían ampliar apreciablemente parte del gran potencial intelectual del hombre que como ente de pensamiento y raciocinio, se desenvuelve y vive dentro de la ciencia y sus aplicaciones”.

Con el objeto de mostrar las grandes posibilidades que, dentro de nuestras Américas, existen para la realización de proyectos de investigación, de carácter aplicado, y en el campo específico de la ingeniería sanitaria, nos permitimos indicar lo siguiente:

Que asignaturas tales como procesos y operaciones unitarios de la ingeniería sanitaria y su correlación con el tratamiento de aguas potables y aguas residuales; el saneamiento de cursos de agua; la recolección y disposición de basuras; la radiofísica sanitaria; la epidemiología y la bioestadística; el aprovechamiento de aguas subterráneas, la higiene ocupacional y otras, ofrecen enormes posibilidades de investigación para los profesores de nivel universitario encargados de enseñar la ingeniería sanitaria en ambos niveles, de pregrado y de postgrado y con los beneficios ya anotados anteriormente para la educación.

Permítasenos citar que tan sólo para elaborar normas racionales que se ajusten a las modalidades de cada país y región de la América Latina, y consecuentemente las leyes, ordenanzas y reglamentos que abarquen los tantos aspectos relacionados con el deterioro del medio ambiente, se requeriría llevar a cabo, en forma sistemática, y por tiempo apreciable, una serie de investigaciones tendientes a determinar parámetros locales que conformen la información científica de que se dispone hasta el presente a las características particulares de nuestra geografía y climatología, de nuestros recursos naturales; a las posibilidades de aplicación y ejecución de obras de saneamiento que reflejen la situación imperante que los identifique respecto a las disponibilidades de personal y las limitaciones económicas de los distintos presupuestos del Estado. Equipos y materiales que pueden ser utilizados con la presencia de recursos naturales del medio y de la tecnología imperante en cada región. El de tomar en cuenta, por ejemplo, la sensibilidad de nuestra fauna acuática y las concentraciones de oxígeno disuelto en agua para evitar la reducción o desaparición de especies, cuya presencia es de vital importancia para la conservación de un equilibrio ecológico natural.

La determinación de las constantes de desoxigenación de la demanda bioquímica de oxígeno para poder correlacionar las cargas orgánicas de los sistemas biológicos con el comportamiento y la eficiencia de sus tratamientos. Determinar en base a lo antes mencionado, la interrelación de cargas orgánicas y cargas hidráulicas en sistemas biológicos en función de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de los afluentes.

La posibilidad de desarrollar técnicas que utilicen materia prima de la región para la elaboración de compuestos químicos que puedan ser utilizados para la clarificación de aguas y la estabilización de residuos líquidos. El caso, valga citar, de procoagulantes orgánicos macromoleculares, vegetales, que bien pudieran ser económica y técnicamente procesados en escala industrial.

Modalidades de unidades de sedimentación tubular, de filtros de flujo ascendente incipientemente fluidizados; de materiales filtrantes de producción local. Modalidades de diseño de lagunas de estabilización, principalmente del tipo de evaporación o anaerobia, en ciertas regiones acusando alta tasa de evaporación.

La digestión anaerobia mesofílica sin calentamiento, y el secamiento al aire de lodos digeridos, con la posible concentración de los rayos infrarrojos solares, utilizando por ejemplo, cubiertas de papel plástico de fácil y económica utilización. -

Estudios relacionados con la desinfección del agua, en áreas tropicales, en donde la presencia de muchas formas parasitarias en regiones de endemismos, requiere una técnica especial, y de compuestos químicos a veces diferentes para asegurar su debida efectividad.

La posibilidad de definir tratamientos económicos con la separación, sea el caso de un mínimo de sólidos suspendidos para lograr una desinfección eficiente de líquidos cloacales domésticos, cuando por ejemplo, el agente desinfectante puede ser producido a bajo costo y en la región misma en que se obtiene.

Tratamientos simplificados —del tipo múltiple— para el abastecimiento de agua en zonas rurales: precloración (por inyección) —para la oxidación de compuestos ferruginosos que se remuevan en filtros de presión— lavados por los tanques elevados de almacenamiento— que forman parte de un sistema único de bombeo.

La posibilidad de utilizar arcillas naturales locales como procoagulantes.

La determinación del comportamiento de biopercoladores en nuestras áreas de trabajo tomando en cuenta las cargas orgánicas e hidráulicas que se autodeterminan y las profundidades óptimas de operación de los mismos.

La determinación de la viabilidad de coliformes en agua de mar, para altas temperaturas, como factor de desaparición de microorganismos por muerte natural, y su influencia en la eficiencia de descargas submarinas en áreas de playas públicas.

La investigación de consumos de agua y sus variaciones en medios urbanos y rurales, para lograr un diseño más racional de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillados municipales de la región.

Una evaluación de las normas de calidad en base al uso de la misma, tomando en cuenta factores que, como los relativos al medio rural —para ciertos de los índices— pudieran ser modificados, sin variar las medidas preservativas que se derivan de su uso.

En fin, un muy variado número de problemas que pueden ser estudiados racionalmente, para que las posibilidades de solución de los mismos, sean más factibles de llevar a cabo dentro de nuestros países latinoamericanos.

BIBLIOGRAFIA

- Rivas Mijares, Gustavo. **La investigación, instrumento de docencia.** Revista Universitaria. 2, 2, 62. 1967.
- Wright, Fred D. **The role of research in undergraduate engineering education.** J. Eng. Education. 57, 7, 491. 1967.
- Kopplin, J.O. **An experimentation laboratory.** J. Eng. Education. V58, 3, 199. 1967.
- A final report. **Goals of engineering education. Part D, Advanced Eng. Education—Research.** J. Eng. Education. 58, 5, 419. 1968.
- Rivas Mijares, Gustavo. **La docencia universitaria.** Revista Universitaria. 2, 3, 91. 1965.
- Tiller, Frank M. **Engineering education in Latin America in the 1960's.** J. Eng. Education. 58, 6, 509. 1968.
- Rivas Mijares, Gustavo. **Docencia e investigación en Ingeniería Sanitaria.** Anales del X Congreso AIDIS, ponencia oficial VI. El Salvador. 1966.
- Kreith, Frank. **Developing creativity through undergraduate research.** J. Eng. Education. 57, 7, 504. 1967.
- Rivas Mijares, Gustavo. **Investigación básica y aplicada.** VII Congreso Venezolano de Ingeniería. 1969.
- Rivas Mijares, Gustavo. **Determinación de la magnitud de influencias ambientales en procesos unitarios de las aguas.** Boletín de la Academia de las Ciencias, Físicas, Matemáticas y Naturales. Vol. 2, No. XXVI. 1966.

FACILIDADES DE LABORATORIO PARA PROPOSITOS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

Dr. Rogelio A. Trelles, Director
Instituto de Ingeniería Sanitaria
Universidad de Buenos Aires

La lectura del programa de los "Documentos de Trabajo" que sirven de base a esta reunión, y que debemos desarrollar los expositores, muestra que hay una clara e íntima relación entre los distintos tópicos elegidos, particularidad que hará difícil al conferenciante ubicarse en su propio tema, sin hacer de paso algún comentario o referencia a los otros temas que en realidad no le pertenecen.

Pero creemos que estas coincidencias que pueden aparecer en las exposiciones, hará mucho más fácil, al final de las reuniones, establecer más precisa y claramente las conclusiones a que arribemos, conclusiones que en realidad serán las que permitirán juzgar con sus recomendaciones, si se han logrado los objetivos o propósitos de esta Conferencia.

Así, podemos establecer de entrada, que nadie podrá discrepar respecto a la utilidad o necesidad de los laboratorios destinados a hacer más efectiva la enseñanza de algunas materias de estudio y su condición de imprescindibles en los trabajos de investigación, en muchos campos de la Ingeniería Sanitaria.

Por otra parte, el título de la exposición que nos ha sido asignado: "Facilidades de laboratorio para propósitos de enseñanza e investigación", implica para nosotros un enfoque que puede ser amplio y muy variable, lo que nos va a complicar en parte esta charla, pues se puede considerar desde aquel pequeño laboratorio, que el profesor destina o emplea para hacer ciertas demostraciones en sus clases teóricas, el mismo pequeño laboratorio que emplean o pueden utilizar los alumnos para realizar algunas experiencias, hasta aquel otro, mucho más complejo, el de investigación y que, como es lógico, puede abarcar un aspecto o varios de la Ingeniería Sanitaria, y en el que pueden desempeñarse lógicamente un equipo de profesionales: matemáticos, hidráulicos, físico-químicos, toxicólogos, bacteriólogos, etc., según el estudio o naturaleza del trabajo a encararse.

Además debemos incluir en esta última categoría de laboratorios de investigación las llamadas estaciones o instalaciones experimentales, que se construyen ex-profeso cuando se quiere estudiar un proceso o fenómeno determinado, por ejemplo: comparación de dos o más sistemas de tratamiento de decantación, o de filtración o desinfección de un agua potable; el diseño de una instalación definitiva de una planta, o el estudio del proceso de tratamiento más eficiente y económico de un efluente industrial para determinar cual es el mejor método para su tratamiento. Se pasa, por lo general, de los estudios y conclusiones que da el laboratorio propiamente dicho a la planta experimental, construida en escala, que variará de tamaño, como es lógico, de acuerdo a la importancia de la instalación definitiva que se proyecta.

Finalmente y siempre refiriéndonos al mismo título de nuestro tema: "Facilidades de laboratorio para propósitos de enseñanza e investigación", creemos que también puede ser interesante hacer algunos comentarios, en especial para aquéllos que se van a iniciar en estas actividades. No solo para mostrar las ventajas y facilidades que se obtienen con la instalación de un laboratorio, sino también para señalar los inconvenientes o dificultades que se deben vencer.

Se mostrarán algunos de esos inconvenientes sólo como crítica constructiva. Estamos reunidos aquí entre gente amiga, animados todos por los mismos deseos y lo que decimos y tratamos de aclarar, lo hacemos con toda sinceridad y de acuerdo con la experiencia vivida en nuestro país, y que seguramente es válida en muchos aspectos para los países de América, pues prácticamente se caracterizan por las mismas virtudes y defectos.

Así, yo les aclararía en primer término para mostrarles que difícil puede resultar la instalación de un laboratorio, que no todas nuestras Facultades de Ingeniería cuentan con medios y laboratorios adecuados para la enseñanza, aun para aquellas materias que se consideran como básicas. Tal vez el mejor ejemplo lo constituye la Hidráulica y mucho peor panorama se presenta generalmente en el campo de la Higiene Industrial o del Trabajo. Cabe destacar, en este último aspecto, que la misma enseñanza teórica tampoco se ha implantado adecuadamente, de acuerdo con la importancia que tiene esta última materia de estudio, en relación al número de población comprometida frente a los riesgos del trabajo y su posible protección o corrección. Nosotros estamos ansiosos de que esta enseñanza se haga obligatoria, desde ya, para los ingenieros químicos e industriales quienes ven muy poco de ella en sus programas de estudio y por supuesto, creemos que los mismos ingenieros civiles debieran adquirir, a su paso por las Facultades, algunas nociones fundamentales de la misma.

Es exacto que la instalación de material de los laboratorios puede ser fácil y que la misma Oficina Sanitaria Panamericana puede suministrar muchos equipos. Al menos así lo ha hecho con nosotros, con la ventaja de que los mismos pueden adquirirse a menor costo, y con mayor garantía o seguridad por su intermedio, pero siempre habrá seguramente que vencer en el mismo lugar, en el que se proyecta instalarlo, muchas dificultades tales como: conseguir local adecuado, energía eléctrica, gas, agua, y todos los elementos que son imprescindibles en este tipo de instalaciones. Vencidos estos inconvenientes iniciales que deben considerarse como muy pequeños, aparece la parte más seria y grave: el de su mantenimiento. No nos referimos solamente a la conservación del material y equipos en condiciones de perfecto funcionamiento sino a un aspecto muchísimo más importante y significativo que es el de darle "vida" de trabajo y estudio constante. Para tal fin estimamos necesario:

- 1° Clima adecuado de suma tranquilidad, para el profesional que enseña o investiga, en la Facultad o Universidad y en la misma sociedad en que actúa.

- 2° Debida remuneración, de manera que pueda compenetrarse en sus tareas, aun cuando se encuentre bien compenetrado de la finalidad tan humana que tiene la Ingeniería Sanitaria, lo que en gran parte debe reconfortar su espíritu.
- 3° Disponer de buena fuente de información bibliográfica la que será fundamental para consulta y para actualizar constantemente sus conocimientos.

También conviene agregar un comentario en lo que se refiere a la adquisición de los equipos o elementos de laboratorio. Cuando existen distintos organismos que se ocupan o pueden ocuparse de los problemas del Saneamiento, por ejemplo la Universidad o alguna Facultad, organismo de Salud Pública, organismos nacionales, provinciales y aun municipales, etc., se puede llegar a esta situación: multiplicidad del instrumental de laboratorio adquirido y paradójicamente no contar con personal técnico suficientemente adiestrado para su manejo. No es raro entonces encontrar en las vitrinas o armarios, más de un costoso equipo durmiendo el sueño eterno.

Debe tratarse de corregir esas situaciones y evitar el malgaste de dinero en la adquisición de aparatos o elementos duplicados y aún triplicados o de muy poco uso.

En este sentido es recomendable que alguna institución preferentemente universitaria, confeccione un inventario de los equipos que se poseen en las otras reparticiones, y también debe fomentarse un clima de franca armonía para el uso o empleo racional de este instrumental.

Análogo criterio se puede seguir respecto de los libros y revistas técnicas. A veces es difícil que lleguen a manos de quien los necesita, pero mucho de esto puede subsanarse hoy día con los dispositivos modernos de reproducción y copias. Un buen centro de información bibliográfica es, por supuesto, sumamente útil, pero a condición de que los resúmenes bibliográficos o comentarios de los artículos técnicos o científicos, los haga personal muy capacitado.

Es decir, hace falta un espíritu de gran colaboración entre los profesionales que se desempeñan en los distintos niveles: universitarios, reparticiones técnicas, etc. no olvidando en ningún instante el carácter universitario, que debemos alentar en todo momento y que nos obliga a aquella conducta.

En lo que se refiere a los laboratorios de enseñanza, tal vez sea interesante recordar que hace varios años, algunos de los aquí presentes, reunidos en esta ciudad de Lima, bajo los auspicios de la Oficina Sanitaria Panamericana, para celebrar un Seminario sobre la enseñanza de la Ingeniería Sanitaria recomendaron cuales prácticas de laboratorio debían efectuar los alumnos de pre-grado y que éstas eran las determinaciones de pH, dosis de coagulante y cloro libre. Los equipos y aparatos para efectuar estas determinaciones deben por lo tanto considerarse esenciales en las cátedras de Ingeniería Sanitaria y pueden complementarse con los aparatos necesarios para determinar color, turbiedad, etc., tal como se recomienda en el anexo que agregamos.

Justo es recordar que en aquella ocasión se encontraba entre nosotros el Profesor Gordon Fair, un hombre al que siempre debemos tener presente los que cultivamos la Ingeniería Sanitaria, con la mayor admiración y gratitud por todo lo que ha hecho y nos ha legado en el campo de esa disciplina científica.

No debemos olvidar la necesidad de cierto laboratorio básico de Hidráulica, en el que los alumnos puedan realizar algunas experiencias prácticas.

Un hecho que recordamos porque lo consideramos muy plausible, es el que está realizando la Oficina Sanitaria Panamericana, en las Universidades del interior de nuestro país, que consiste fundamentalmente en el suministro de cierto material básico y el compromiso de la Facultad de perfeccionar la enseñanza de la Ingeniería Sanitaria.

Nosotros nos hemos atrevido a preparar una lista de los elementos o equipos básicos de laboratorio que debe poseer una Facultad, para la enseñanza de la Ingeniería Sanitaria y la Hidráulica, lista que ha sido preparada por los profesores del Instituto y que creemos que: o bien, previa su corrección por los especialistas aquí asistentes, se agregue como una recomendación práctica de esta Conferencia, o bien, que la Oficina Sanitaria Panamericana la considere posteriormente y vea si cree conveniente y útil su publicación previa como decimos su corrección, etc. Por supuesto, que la línea de equipos puede variar muchísimo, según los recursos con que se cuente para su adquisición.

En lo que se refiere a los laboratorios de investigación, si consideramos a la Ingeniería Sanitaria como una ciencia, observamos que necesita en muchos campos, para su desarrollo, los beneficios de otras ciencias puras y aplicadas. Significa esto que cuando se va a hablar de laboratorio de investigación, destinado a la Ingeniería Sanitaria, lógicamente según el tema o problema a investigar, habrá que considerar con qué ciencia está más relacionado y en consecuencia como ya lo hemos dicho, equipar el laboratorio con el instrumental adecuado.

Como se comprenderá, en estos casos, es muy difícil confeccionar a priori una lista del material adecuado.

Por supuesto que estos laboratorios de investigación tendrán por objetivo en primer término, el adelanto de la ciencia, pura o aplicada y en muchos aspectos habrá que considerarlos también como objetivo para el desarrollo y perfeccionamiento de la misma industria.

En ese sentido, muchas actividades de la Ingeniería Sanitaria pueden ser consideradas como una verdadera industria, siendo las más comunes el suministro de agua potable y el tratamiento de un desagüe. Esta doble finalidad: estudiar el abaratamiento de los costos, permitiendo una mayor expansión de los servicios, y preservar así, la salud de un mayor número de personas, es un noble fin que debe alentar aún más y más, este tipo de investigaciones.

Un campo de investigación que podemos considerar como más refinado o avanzado y que debe encarar la Ingeniería Sanitaria, es el referente a la protección del hombre en su ambiente laboral o de trabajo.

En la etapa de industrialización y de incremento de la explotación minera que vive actualmente América, es seguro que van a plantearse en esos campos numerosos problemas relacionados con la salud de los que se dedican a esas actividades.

Creemos que corresponde ampliar el campo de la enseñanza e investigación para considerar, además de los riesgos que ya son tradicionalmente estudiados, tales como: la exposición de polvos, presiones anormales, a vibraciones o ruidos, aquellos que derivan de la fatiga del operario, de la monotonía o de la falta de adecuación de las máquinas y del medio donde desarrolla su tarea.

Es decir que deberá llegarse al enfoque integral de la Ergonomía, moderna disciplina que estudia el sistema hombre—ambiente—máquina, basándose tanto en las ciencias biológicas, particularmente la anatomía, fisiología y psicología, en última instancia para que mediante las técnicas de la Ingeniería, el ambiente y las máquinas se adapten a la capacidad y limitaciones del hombre, en beneficio de su salud y su eficiencia en el trabajo.

Finalmente, en lo que se refiere a estos laboratorios de investigación, debe tenerse siempre presente que son los que hacen vivir a la ciencia, a la técnica y a la industria, y con ellos se promueve el adelanto y el prestigio de las mismas, como así también el del país y el de los profesionales que en ellos actúan. No se puede hablar de investigación, sin hablar de un servicio de información o biblioteca adecuada, que servirá para planear acertadamente el plan de trabajo y con ello la validez de las conclusiones a que se llegue en la investigación.

ANEXOS

Elementos de laboratorio recomendados para la enseñanza de la Ingeniería Sanitaria (curso de pre—grado).

1. Laboratorio de Hidráulica
2. Química de las aguas
3. Potabilidad de las aguas
4. Microbiología de las aguas

Observación: En las determinaciones químicas y microbiológicas se seguirán los métodos establecidos en "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water" — Twelfth Edition. 1965.

TEMA No. 2 – ANEXO I

NECESIDAD DE UN LABORATORIO DE HIDRAULICA PARA ENSEÑANZA

Ing. Ignacio Luis Moya
Profesor de Desagües Urbanos
Instituto de Ingeniería Sanitaria

La Hidráulica, tanto en el campo teórico como práctico, es una ciencia que necesita de la experimentación para analizar y comprender las particulares características del movimiento del agua. De esta forma es posible definir leyes experimentales o bien confirmar aquéllas de origen teórico.

La observación, medición y estudio del fenómeno de que se trate, con la ayuda del razonamiento matemático, configuran los medios básicos y fundamentales para conocer las leyes que lo gobiernan.

Estas simples razones justifican la importancia ganada por los laboratorios de hidráulica, sea en la investigación de las leyes fundamentales del movimiento del agua, como así también en la solución de los problemas que presentan diversas estructuras de una obra por medio del ensayo en modelos.

Pero entendemos que no sólo se debe pensar en los laboratorios de hidráulica dedicados exclusivamente a la investigación pura y/o aplicada, sino también en aquellos destinados a la enseñanza.

Un laboratorio de este tipo cumpliría la misión de dar al ingeniero una sólida formación teórico-práctica de la materia y demostrar su importante e imprescindible función para la solución de los problemas reales que se presentan durante el desempeño de la profesión y despertar asimismo la vocación de aquéllos que sientan como meta la investigación.

Conocemos las lagunas que en muchos casos existen en tal sentido en la formación de los futuros ingenieros. Sabemos también de las limitaciones materiales de las casas de estudio para concretar la construcción, mantenimiento y lugares adecuados para las instalaciones.

Sin embargo, todas las dificultades deben ser salvadas con el esfuerzo y entusiasmo necesarios para el logro de los fines buscados.

Como contribución a esta, nuestra inquietud, hemos preparado en una forma general un plan básico, que en función de su propio carácter, debe considerársele como guía para la discusión o crítica, en caso que la misma se la considere de interés particular.

En este sentido entendemos que deben considerarse dos aspectos fundamentales: un apropiado programa de trabajos; instalaciones e instrumental adecuados, que se analizan separadamente a continuación.

I. Programa de trabajos y su desarrollo

- a) Generalidades. Conocimiento de los distintos aparatos que deberán aplicarse en trabajos posteriores. Ejemplo: piezómetros, manómetros, etc.
- b) Medición de viscosidades.
- c) Estudio del trazado de líneas de corriente y equi-potenciales (retícula de escurrimiento).
- d) Estudio del número de Reynolds.
- e) Determinación de pérdidas de energía por frotamiento y localizadas en conducciones a presión.
- f) Estudio de distintos regímenes de escurrimiento en canales abiertos.
- g) Estudio de orificios y vertederos.
- h) Medición de caudales en conducciones a presión y escurrimiento a pelo libre, empleando diversos métodos.
- i) Estudio de máquinas hidráulicas. Por ejemplo: determinación de curvas características de bombas.

Previo a cada trabajo de laboratorio el docente responsable dará una explicación del mismo mostrando en forma ordenada y coherente las instalaciones e instrumentos a emplear, pudiéndose complementar la explicación con una guía escrita del trabajo.

Durante la ejecución de las experiencias los docentes deberían evitar su participación activa para crear en el alumno interés, iniciativa y responsabilidad. Su función sería aclarar dudas y responder las preguntas lógicas que surgen por la naturaleza misma de los trabajos.

De cada tarea realizada en el laboratorio el alumno debería preparar un informe en el que conste:

- a) Breve descripción del trabajo.
- b) Esquema de las instalaciones e instrumentos empleados.
- c) Preparación de gráficos, diagramas, cuadros de valores, etc.
- d) Observaciones y conclusiones.

II. Instalaciones e instrumental

- a) Cisterna de abastecimiento de agua.
- b) Equipos de bombeo incluyendo auxiliares.
- c) Canal de desagüe y recirculación a la cisterna de abastecimiento.
- d) Cañerías de distribución de agua con flexibilidad suficiente para su distribución en diferentes puntos del laboratorio.
- e) Tanque elevado de nivel constante, funcionando en circuito cerrado con la cisterna de abastecimiento de agua.
- f) Canal de pendiente variable de paredes vidriadas para demostraciones y estudios.
- g) Cañerías en presión para el estudio de medición de caudales, velocidades, presiones y determinación de pérdidas de energía por frotamiento y localizadas.
- h) Cubeta electrolítica para el estudio de analogías.
- i) Conjunto de aparatos y dispositivos auxiliares como ser: vertederos, manómetros, piezómetros, micro-manómetros, aparato calibrador de manómetros, registradores y medidores de nivel, medidores de caudal, medidores de velocidad, tranquilizadores, mangueras, cronómetros, etc.

TEMA No. 2 – ANEXO II

QUIMICA DE LAS AGUAS

Dr. Américo Larghi
Docente Investigador del
Instituto de Ingeniería Sanitaria

Para las demostraciones del señor profesor en sus clases teóricas y para efectuar o repetir los mismos alumnos esas experiencias, se aconseja comenzar por:

- I. Determinación de pH
- II. Ensayo de coagulación (Dosis óptima de coagulante)
- III. Determinación de cloro libre

I. Determinación de pH

- a) Para un método colorimétrico (comparador de bolsillo)
- b) Más exacto: **método potenciométrico**

II. Ensayo de coagulación (Dosis óptima de coagulante)

Elementos necesarios:

- a) Equipo de agitación mecánica para 3 ó 4 vasos preferentemente de 1000 ml de capacidad.
- b) Vasos de precipitación de 1000 ml.
- c) Buretas de 50 ml; pipetas de 10 ml graduadas en décimas de ml y probetas graduadas de 100 y 1000 ml.
- d) Soportes y abrazaderas para buretas.

III. Para la determinación del cloro residual (libre y combinado)

- a) Comparador de bolsillo, el mismo utilizado para la determinación del pH pero con los discos y reactivos para cloro.
- b) **Colorimétrico:** frascos de vidrio incoloro de boca ancha de 120 ml de capacidad con tapón esmerilado.

Podrán completarse estas determinaciones con las de:

IV. Alcalinidad o acidez

V. Color

VI. Turbiedad

Para efectuar las mismas, serán necesarios los siguientes elementos:

IV. Alcalinidad o acidez

- a) Buretas graduadas al 1/10 ml.
- b) Frascos Erlenmeyer de 250 ml de capacidad.
- c) Probetas de 100 ml de capacidad.

V. Color

- a) Tubos de Nessler de 100 ml apareados para contener los patrones permanentes y las muestras.

VI. Turbiedad

- a) Turbidímetro de Jackson o similar para determinar turbiedades elevadas.
- b) Turbidímetro de Hellige o similar para determinar turbiedades bajas.

Puede ser sumamente interesante realizar, para tener una idea de la **agresividad** de las aguas, las determinaciones de pH de saturación y de dióxido de carbono libre.

VII. Para la determinación de pH de saturación

- a) Buretas graduadas en décimas de ml.
- b) Frascos Erlenmeyer de 250 ml de capacidad.
- c) Probetas graduadas de 100 ml de capacidad.
- d) Columnas de vidrio conteniendo carbonato de calcio y mármol molido.
- e) Potenciómetro ya indicado en I.

VIII. Para la determinación del carbónico libre

- a) Buretas graduadas en décimas de ml.
- b) Frascos Erlenmeyer de 250 ml.
- c) Probetas de 100 ml de capacidad.

TEMA No. 2 – ANEXO III

POTABILIDAD DE LAS AGUAS

Dr. Américo Larghi
Docente Investigador del
Instituto de Ingeniería Sanitaria

Para fijar los límites de potabilidad de un agua o el conocimiento de una fuente de agua para ser suministrada al consumo humano, el laboratorio deberá disponer de los elementos que permitan efectuar las siguientes determinaciones:

- | | |
|------------------------------|---------------|
| a) Color | h) Sulfatos |
| b) Turbiedad | i) Nitratos |
| c) pH | j) Arsénico |
| d) Alcalinidad | k) Flúor |
| e) Sólidos totales disueltos | l) Vanadio |
| f) Dureza total | m) Hierro |
| g) Cloruros | n) Manganeseo |

Para las determinaciones: a), b), c) y d) ya se indican los elementos necesarios, para las otras determinaciones tenemos:

- e) **Sólidos totales disueltos** – balanza analítica – Baño maría – Cápsulas de porcelana – matraz aforado.
- f) **Dureza total** – Método de Versenato.
- g) **Cloruros** – Buretas graduadas al 1/10, pipetas, frascos Erlenmeyer.
- h) **Sulfatos** – Método nefelométrico o espectrofotométrico agitador mecánico.
- i) **Nitratos** – Método fotocolorimétrico o espectrofotométrico.
- j) **Arsénico** – Gutzeit (colorimétrico); más exacto espectrofotométrico.
- k) **Flúor** – Método directo de Sanchis
más exacto: destilación previa de la muestra y espectrofotométrico.
- l) **Vanadio** – Colorimétrico o espectrofotométrico
- m) **Hierro** – (Fotocolorimétrico o espectrofotométrico).
- n) **Manganeseo** – (Fotocolorimétrico o espectrofotométrico)

TEMA No. 2 – ANEXO IV

EQUIPO DE LABORATORIO PARA MICROBIOLOGIA DE AGUAS

Prof. Dr. Raúl Ferramola
Docente Investigador del
Instituto de Ingeniería Sanitaria

El material que se indica a continuación, es el indispensable para un laboratorio destinado a la enseñanza de microbiología del agua. Se lo ha agrupado de acuerdo con las distintas operaciones que debe realizar el laboratorio, a saber:

- A. Preparación de los medios de cultivo.
- B. Esterilización de aparatos y de los medios de cultivo.
- C. Examen del agua.

A. Material para la preparación de los medios de cultivo.

1. Balanza de 500 g de capacidad, sensible al centígramo y caja de pesas correspondiente.
2. Comparador para la determinación colorimétrica de pH y discos para utilizar con solución de azul de bromo timol (pH 6 – 7,6) y solución de rojo fenol (pH 6,8 – 8,4).
3. Potenciómetro para la determinación electrométrica.
4. Equipo para la filtración de medios de cultivo, constituido por una trompa de vacío, frasco intermediario y recipiente para filtrar con pulpa de papel.
5. Probetas graduadas de 1000 ml y de 100 ml.
6. Matraces de 2000 ml, 1000 ml y 500 ml de capacidad.
7. Pipetas graduadas de 10 ml y de 1 ml (error máximo 2%).
8. Frascos Erlenmeyer de 250 ml.
9. Embudos de 20 cm y 10 cm de diámetro respectivamente.

Sustancias:

1. Peptona para uso bacteriológico
2. Extracto de carne
3. Agar, para uso bacteriológico
4. Cloruro de sodio purísimo
5. Lactosa purísima, para uso bacteriológico
6. Glucosa purísima, para uso bacteriológico
7. Eosina amarilla soluble en agua con certificado (preferiblemente DE-3)
8. Azul de metileno con certificado (preferiblemente DA-4)
9. Fosfato monoamónico ($\text{PO}_4\text{H}_2\text{NH}_4$) p.a.
10. Fosfato bipotásico (PO_4HK_2) p.a.
11. Acido cítrico purísimo
12. Gelatina para uso bacteriológico
13. Taurocolato de sodio o bilis desecada
14. Papel de filtro

B. Material para la esterilización de aparatos y de los medios de cultivo.

Aparatos:

1. Autoclave provisto de manómetro y válvula de seguridad.
2. Horno regulable a 160 – 170 °C.
3. Esterilizador a vapor.
Estos aparatos pueden funcionar indistintamente a gas, kerosene o electricidad.
4. Estuches metálicos para pipetas.

C. Material para el examen de agua.

Aparatos:

1. Frascos para las muestras. Se utilizan frascos de vidrio neutro de 100 a 250 ml de capacidad, con tapa esmerilada, que puedan lavarse y esterilizarse sin dificultad.
2. Recipientes para las diluciones. Las diluciones de la muestra pueden realizarse en tubos de ensayos o en frascos, pero en todo caso su capacidad debe ser por lo menos el doble del volumen de líquido que se utilice en las diluciones.

En caso de emplear frascos, sirven para este objeto los indicados para la extracción de muestras.

3. Pipetas. Pueden ser de cualquier forma y capacidad siempre que suministren el volumen requerido con un error máximo del 2%.

Son aconsejables las de 30 ml graduadas al ml y las de 2,1 ml acondicionadas en su correspondiente estuche metálico, para esterilizarlas en conjunto.

4. Cajas de Petri. Para la cuenta de colonias, se utilizan cajas de Petri de 100 mm de diámetro por 15 mm de alto. El fondo será perfectamente plano, exento de sopladuras, pudiendo ser la tapa de vidrio, de porcelana o de aluminio.

Para las operaciones de aislamiento, pueden utilizarse cajas de menor tamaño, por ejemplo 50–70 mm de diámetro y 7–10 mm de alto.

5. Tubos de ensayo. Deben ser de vidrio neutro de buena calidad y de preferencia sin borde. Su tamaño depende del volumen del medio de cultivo que debe contener y de la porción que se siembra. El cuadro siguiente detalla las dimensiones aconsejables para los tres tipos utilizados corrientemente.

Características de los tubos de ensayo

| Cantidad de medio de cultivo | Porción sembrada | Capacidad total | Dimensiones en mm |
|------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 10 ml | 10 ml | 55 ml | 22 x 175 |
| 5 ml | 1 ml o menos | 22 ml | 16 x 150 |
| 2 ml | 1 asa | 9 ml | 13 x 100 |

Los dos primeros se utilizan preferentemente para la siembra de la muestra de agua. El tercero, dada sus reducidas dimensiones es aconsejable para medios de cultivo de precio elevado.

Cuando interesa evidenciar la formación de gas en los cultivos, como sucede en la investigación de bacterias coliformes, los tubos de ensayo llevan un tubito de fermentación de Durham de 6 mm x 35 mm aproximadamente, de vidrio neutro resistente.

6. Estufa para cultivos. Puede ser calentada a electricidad, gas o kerosene, debiendo regularse a 37°C. Si se desea efectuar la cuenta de las colonias que se desarrollan a 20°C, será necesario disponer de otra regulada a esta temperatura. Como frecuentemente la temperatura ambiental es superior a 20°C, estos aparatos llevan sistemas de enfriamiento, en algunos casos con ventilación forzada, para mantener uniforme la temperatura en su interior.

7. Alambre recto y asa. Se preparan con alambre de platino o de nicrón de 50-60 mm de largo y 0,2-0,4 mm de diámetro. Llevan su correspondiente porta asa.
8. Mecheros Bunsen.
9. Un microscopio con objetivo a inmersión.
10. Termostato de agua regulable a 44°C. El requisito fundamental que se exige a este aparato, es la constancia de temperatura. La desviación máxima permitida es $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Existen en el comercio modelos que utilizan gas o electricidad que cumplen fácilmente con esta condición.

11. Aparato para la cuenta de colonias. Hay diversos modelos pudiendo utilizarse cualquiera que esté provisto de una lente que proporcione un aumento de 2-3 diámetros y cuyo sistema de iluminación destaque nítidamente las colonias sobre el medio de cultivo.
12. Baño de agua regulado a 42°C (para mantener el agar fundido antes de usarlo).
13. Gradillas para tubos de ensayo.
14. Equipo filtrante en acero inoxidable para utilizar con membranas filtrantes.
15. Membranas filtrantes y discos para utilizar con medios para bacterias coliformes.

El material indicado anteriormente es el necesario para la enseñanza del control sanitario del agua de acuerdo con las normas bacteriológicas para agua de bebida.

Esta lista no incluye el material necesario para laboratorios de investigación de bacterias patógenas (organismos de los géneros Salmonella, Shigella, etc.) ni de enterovirus para lo cual es necesario material e instalaciones adecuadas.

TEMA No. 2 – ANEXO V

EQUIPO DE LABORATORIO PARA AGUAS CLOCALES, RESIDUALES Y AGUAS CONTAMINADAS

Licenciado Luis Rossi
Docente Investigador del
Instituto de Ingeniería Sanitaria

El laboratorio químico cuyo propósito es efectuar determinaciones destinadas a conocer las características de las aguas y líquidos contaminados debe contar con ciertas facilidades de equipos y materiales, imprescindibles para una correcta aplicación de los métodos de análisis, cuya importancia es obvia señalar.

Con este propósito y además para facilitar la tarea de aquellos laboratorios que desean iniciar trabajos afines con los de nuestro Instituto, o que necesitan ampliar sus actividades, se ha confeccionado una lista de los materiales de laboratorio y equipos necesarios para realizar determinaciones que llamaremos comunes y que lógicamente puede ser más amplia.

Esta lista comprende:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.); 5 días a 20°C
- Oxígeno Disuelto
- Potencial Hidrógeno
- Sólidos en suspensión: totales, fijos y volátiles
- Sólidos sedimentables: totales, fijos y volátiles
- Nitrógeno total y orgánico, amoniacal de nitritos y de nitratos
- Demanda química de oxígeno, o sea, oxígeno consumido del permanganato de potasio; si se desea, del dicromato de potasio
- Demanda de cloro
- Sulfuros
- Sustancias grasas
- Alcalinidad
- Acidez
- Cloruros
- Residuo por evaporación: total, fijo y volátil
- Dureza

Por supuesto existe la necesidad imprescindible de contar con equipos y materiales, que si bien pareciera superfluo tener que señalarlo conviene que sea mencionado, y es la necesidad de que el laboratorio químico cuente con una balanza analítica de precisión además de cierta cantidad de pipetas aforadas, buretas, matraces aforados, todos ellos perfectamente calibrados, desecadores, soportes de buretas, mecheros, trípodes, embudos de filtración, frascos de Erlenmeyer, etc. etc., necesarios para la preparación adecuada de las soluciones valoradas y de las soluciones de reactivos, como así también para la pesada de reactivos sólidos y de los residuos provenientes de las calcinaciones efectuadas en el horno de mufla. Este material imprescindible es por supuesto, de uso común en las determinaciones que luego mencionaremos.

Por último, no está demás señalar que en la medida que el laboratorio pueda disponer para las determinaciones basadas en reacciones colorimétricas de un fotómetro a filtro o mejor aún un espectrofotómetro, se aumentará la sensibilidad de las determinaciones basadas en dichas reacciones, reemplazando los tubos de Nessler en donde se utiliza la observación visual, con menor sensibilidad y exactitud.

Es lógico que según la índole del problema que pueda presentarse, ya sea el estudio de la contaminación de un curso de agua, atribuido a descargas de efluentes residuales, el conocimiento de la composición de un efluente, cloacal o residual industrial, o el estudio del desarrollo de un proceso de depuración o la determinación de la eficiencia de una planta de tratamiento de efluentes residuales, pueden seleccionarse las determinaciones que resulten realmente útiles. En este aspecto del problema, lógicamente, los profesionales especialistas de estos temas deben seleccionarlos de acuerdo con su criterio, pues se tendrá en cuenta que las determinaciones enumeradas son muchas de ellas costosas, tanto por el tiempo del personal especializado que se emplea, como por el valor de los materiales y equipos necesarios, recursos con los que no siempre es fácil disponer. De allí que deba efectuarse una selección adecuada de las determinaciones por realizar.

Hemos preparado una lista de aquellas determinaciones que llamamos especiales, pues con cierta frecuencia surgen problemas en los que interesa determinar una sustancia o grupo de sustancias en particular, como por ejemplo cianuros, fenoles, detergentes, ciertos metales tóxicos, extracto carbón cloroformo, etc., o alguna cualidad determinada, como la acidez volátil en la digestión de los barros cloacales, el índice volumétrico de barros en el tratamiento con barros activados, etc.

Esta lista de determinaciones especiales incluye:

- Conductividad
- Metales tóxicos y otros: cobre, mercurio, plomo, hierro, manganeso, cromo, etc.
- Cianuros
- Detergentes

- Fenoles
- Extracto carbón cloroformo
- Fosfatos
- Gases de digestores: metano, dióxido de carbono, hidrógeno, hidrógeno sulfurado, etc.
- Acidez volátil: de barros cloacales en digestión
- Índice volumétrico de barros (IVB)

En estos casos los equipos requeridos, salvo la determinación de IVB, son ya más costosos, además de necesitar la atención de personal altamente capacitado.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO, 5 días a 20°C)

- Incubadora, con sistema de regulación de temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Puede ser de regulación con aire o bien en baño de agua.
- Frascos para la incubación de muestras. Es aconsejable el modelo de la A.P.H.A., con una capacidad de unos 300 ml, con tapón especial para cierre hermético y sin aire en el frasco ya cerrado.
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5, 10 y 50 ml.
- Probetas de 100 y 200 ó 250 ml.
- Sifones de vidrio para el llenado de frascos y trasvase de muestras para efectuar las diluciones de las mismas.
- Recipientes de vidrio de 10 a 20 l de capacidad para preparación del agua de dilución sintética.

Oxígeno disuelto

- Frascos para contener las muestras: Se utilizan los mismos que para la determinación de la D. B. O.
- Bureta especial de 25 ó 50 ml con pico alargado para agregado del reactivo ioduro alcalino.
- Bureta común de 25 ó 50 ml.
- Un laboratorio mejor equipado puede contar con un aparato para mediciones de oxígeno disuelto por métodos electrométricos, tipo célula galvánica u otros, sumamente útil para determinaciones continuas.

Potencial Hidrógeno

- Generalmente se recurre al método potenciométrico para indicar la concentración de ión hidrógeno de la muestra. Los métodos colorimétricos, mediante el uso de indicadores, suelen tener inconvenientes cuando las muestras son turbias o coloreadas, como generalmente ocurre con los líquidos cloacales y residuales industriales.

Puede contarse entonces con un equipo que funcione con un electrodo de calomel saturado o de potencial de referencia y un electrodo de vidrio con potencial correspondiente a la muestra.

- Vasos de precipitación de 100 ml para contener las muestras cuyo potencial se desea medir.
- Matraces aforados de 250 ml para preparar las soluciones reguladoras de pH conocido.

Sólidos Sedimentables

- Conos Imhoff, con soportes especiales.
- Cápsulas de porcelana.
- Horno de mufla para la calcinación a 600°C.

Sólidos en suspensión: totales, fijos y volátiles

- Crisoles de Gooch y fibras de amianto especialmente preparadas.
- Recipiente para filtración al vacío.
- Bomba de vacío.
- Horno de mufla para la calcinación.

Nitrógeno total y orgánico (Kjeldahl)

- Aparato para alojar los balones de Kjeldahl, con calefacción a gas o preferentemente eléctrica, para la mineralización de la materia orgánica.
- Aparato para proceder a la destilación de las muestras.
- Balones de Kjeldahl.
- Erlenmeyer y buretas para proceder a las titulaciones con soluciones valoradas de ácido y álcalis.

Nitrógeno amoniacal

- Erlenmeyer de 125 a 150 ml de capacidad.
- Pipetas volumétricas para medición de las muestras y agregado de reactivos.
- Matraces aforados de 250, 500 y 1000 ml para la preparación de la solución tipo de amoníaco.
- Tubos de Nessler, forma de 50 y 100 cm³ de capacidad y soporte para tubos.

Es deseable que los tubos de Nessler utilizados en todas las determinaciones colorimétricas en aguas cumplan con las especificaciones de la A. P. H. A., publicadas en los Métodos Normalizados (edición 1956, pág. 9) para el Examen de las Aguas y de los Líquidos Contaminados.

Nitrógeno de nitratos

- Tubos de Nessler de 50 ml provistos de tapones esmerilados.
- Cápsulas de porcelana o de vidrio.
- Pipetas volumétricas para medición de muestras y reactivos.
- Varillas de vidrio para la mezcla adecuada de reactivos y residuos secos de las muestras.
- Pipetas para la medición de reactivos.
- Matraces aforados de 250, 500 y 1000 ml para la preparación de la solución tipo de nitratos.

Nitrógeno de nitritos

- Tubos de Nessler de 50 ml.
- Pipetas para la medición de reactivos y preparación de la solución tipo de nitritos.
- Matraces aforados de 250 y 500 ml.

Demanda química de oxígeno

a) del permanganato de potasio

- Frascos de Erlenmeyer de 500 ml de capacidad.
- Un recipiente amplio para introducir los Erlenmeyer con muestras y mantenerlos sumergidos en baño de agua en ebullición.
- Buretas de 50 ml para el agregado de soluciones valoradas.

b) del dicromato de potasio

- Calefactores eléctricos para el calentamiento de las muestras. Estos calefactores eléctricos pueden ser reemplazados adecuadamente por un calentamiento con mechero de gas sobre tela de amianto y ebullición muy suave de la muestra.
- Erlenmeyer de 300 y 500 ml de capacidad con boca esmerilada.
- Refrigerante a reflujo con extremo esmerilado para su ajuste en los Erlenmeyer.
- Pipetas para la medición de reactivos y soluciones valoradas.
- Buretas de 25 y 50 ml para las titulaciones.

Demanda de Cloro

- Frascos de 300 ml color caramelo, tapón esmerilado, para alojar las muestras.
- Bureta de 25 ml para el agregado de reactivos.
- Frasco gotero para la solución indicadora.
- Placa para reacciones de toque con el indicador.
- Varillas de vidrio.

Sulfuros

a) método por destilación (precipitación de sulfuro de cadmio)

- Balón de destilación provisto de tapón con embudo para agregado de reactivos y tubo de desprendimiento de gases con trampa intermedia de vapor.
- Vasos de precipitación de 300 ml.
- Recipiente para refrigerar el destilado.
- Calefactor de gas o eléctrico.
- Embudos de filtración, de vástago largo.
- Frascos de Erlenmeyer con tapa esmerilada.
- Bureta de 50 ml para titulación.
- Matraces aforados de 250, 500 y 1000 ml para preparación de soluciones valoradas.

b) método colorimétrico de Pomeroy (formación del azul de metileno)

1) Tipos permanentes de sulfuro, preparados de acuerdo a la técnica indicada por Pomeroy.

- Caja para alojar los tubos con los tipos permanentes y muestras para la comparación de colores. Para la construcción de la caja de colores pueden consultarse los Métodos de Obras Sanitarias de la Nación R. A. para el Examen de las Aguas y los Líquidos Cloacales. Sulfuros—BXXII.
- Tubos de ensayo de igual diámetro para contener las muestras y comparar coloraciones.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.
- Matraces de 250, 500 y 1000 ml.

2) Tipos no permanentes de sulfuros.

- Cuentagotas normalizado.
- Tubos de ensayo de igual diámetro.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.
- Matraces de 250, 500 y 1000 ml para la preparación de soluciones valoradas.

Sustancias grasas (método de extracción por solventes en fase líquida).

- Ampollas de decantación y separación de 250, 500 y 1000 ml de capacidad.
- Embudos para filtración, con soportes.
- Cápsulas o vasos de precipitados de 100 ml de capacidad.

Alcalinidad (con indicadores)

- Buretas.
- Frascos de Erlenmeyer.
- Frascos gotero para indicadores.

Acidez (con indicadores)

Los mismos materiales que los utilizados para la alcalinidad. Cuando la acidez o la alcalinidad no puedan ser determinadas con indicadores porque la muestra tenga color, turbiedad elevada, sales metálicas que se hidrolizan, etc., se utilizará el método potenciométrico para medir el pH, conduciéndose la valoración por el agregado de reactivos hasta el punto que se desea.

Cloruros

Si se utiliza el método de Mohr se emplea el mismo material que para la determinación de acidez y alcalinidad.

Además un frasco y bureta de color oscuro para resguardar la solución titulante de nitrato de plata.

Si se utiliza el método mercurimétrico es necesario también esta precaución, ya que se utiliza una solución de sal mercúrica.

Residuo por evaporación: total, fijo y volátil

- Baño de agua para la evaporación de alícuotas de muestra.
- Cápsulas de porcelana.
- Pipetas graduadas y aforadas.
- Horno de mufla para la calcinación.

Dureza

a) método complejométrico con versenato

- Frascos de Erlenmeyer.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.
- Buretas.

b) método del jabón

- Frascos hidrotimétricos para dureza.
- Buretas.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.

DETERMINACIONES ESPECIALES

Conductividad

Equipo para la determinación de conductividad en aguas.

Es conveniente poseer un equipo versátil, es decir que permita medir conductividades bajas, como puede darse el caso de aguas poco contaminadas, conductividades muy altas,

como en aguas excesivamente salinas o duras. Es recomendable disponer de un juego adecuado de celdas de conductividad para cubrir estas diversas necesidades.

Metales tóxicos y otros

a) métodos volumétricos

Cuando las concentraciones por determinar son relativamente altas pueden utilizarse, como en el caso de ciertos desagües industriales, métodos por titulaciones volumétricas. En tal caso se requiere:

- Frascos de Erlenmeyer.
- Buretas de 50 ml de capacidad.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.
- Frascos goteros para indicadores.

b) métodos colorimétricos

Cuando las concentraciones de los metales son bajas puede requerirse:

- Un fotómetro a filtro para muestras medianamente concentradas.
- Un espectrofotómetro, cuando se desean altas sensibilidades, como es el caso para determinar concentraciones muy bajas de estos elementos metálicos.

Conviene poseer un espectrofotómetro, que lógicamente es más costoso, con un juego de celdas de diferentes pasos de luz, por ejemplo entre 0,5 y 5 cm.

c) método electrométrico

Se requiere un equipo polarográfico con electrodo gotero de mercurio. Este equipo es también muy costoso pero tiene la ventaja de permitir la determinación de varios metales en la misma muestra, trabajándose con volúmenes pequeños.

Cianuros

a) Muestras libres de interferencias y con cianuros alcalinos únicamente

Si la concentración es mayor que 1 mg litro se utiliza el método volumétrico, y se requiere:

- Microbureta de 5 ml de capacidad.
- Frascos de Erlenmeyer.
- Frascos para los indicadores.

b) Si hay interferencias

Se recurre a la destilación de la muestra usando el equipo destilador indicado en los Métodos Normalizados de la A.P.H.A. año 1966, pág. 452. Si la concentración de cianuro en el destilado es alta se procede a su determinación volumétrica. Si la concentración de cianuros es pequeña se utiliza un método colorimétrico empleando un fotocolorímetro o mejor un espectrofotómetro.

Fenoles

Esta determinación se efectúa con diversas técnicas que dependen del rango de concentración de fenoles en la muestra.

a) Para concentraciones altas

Método volumétrico con solución valorada de bromato—bromuro. Se requiere:

- Frascos de Erlenmeyer.
- Buretas.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.

b) Para concentraciones bajas

Se recurre al uso del fotómetro a filtros o del espectrofotómetro utilizándose un método colorimétrico.

En este caso se requiere entonces un potenciómetro para la medición y ajuste del pH, antes de proceder al desarrollo de color para la determinación.

Generalmente la determinación colorimétrica requiere una destilación previa de la muestra para separar diversas interferencias o también se puede proceder a una extracción de los fenoles de la muestra con solventes adecuados.

Para el primer caso se requiere:

- Un aparato de destilación todo de vidrio de 2 l de capacidad, con juntas esmeriladas.
- Ampollas de decantación y separación de 250, 500 y 1000 ml de capacidad.

Extracto carbón cloroformo

Esta determinación requiere equipos muy especiales y costosos ya que se trata de aislar los contaminantes orgánicos que pueden ser retenidos por adsorción por el carbón activado, cuando un volumen adecuado de agua se hace pasar por este carbón.

Se requiere:

- Un equipo de bombeo de muestra, con contador de volúmenes, para que el agua atraviese el manto de carbón adsorbente, pasándose hasta 5.000 litros de muestra. El Departamento de Salud Pública de los EE.UU. ha diseñado diversos modelos de muestradores, el L.F-1, L.F-2, etc., que se adaptan a las diversas necesidades.
- Un equipo para el secado del carbón, a temperatura entre 35 y 41°C
- Un equipo para la extracción de las sustancias adsorbidas con cloroformo requiriéndose para tal fin un extractor a corriente continua con solvente fresco, llamado "extractor de cámara exterior".

Fosfatos

Esta determinación la incluimos entre las especiales pues se determina en algunas circunstancias, como puede ser conocer la riqueza de este nutriente en los tratamientos biológicos de un líquido, problemas de eutroficación, etc.

Se requiere un fotómetro a filtro o bien un espectrofotómetro cuando se emplea el método colorimétrico de formación de un complejo de los fosfatos con el molibdeno.

Cuando la concentración de fosfatos es muy alta se recurre al método gravimétrico por precipitación de fosfatos insolubles y calcinación. Se requiere:

- Vasos de precipitados.
- Embudos de filtración.
- Pipetas volumétricas graduadas y aforadas.
- Crisoles de porcelana.
- Horno de mufla.

Detergentes

Para la determinación del principio activo que entra en la formulación de los detergentes, y que generalmente es un sulfonato alquil bencénico, se emplea la reacción de formación de un compuesto coloreado de esta sustancia con el azul de metileno. Se recurre por lo tanto a un método colorimétrico requiriéndose:

- Un espectrofotómetro. Celdas de 1 cm o de más paso de luz.
- Ampollas de decantación y separación.
- Pipetas volumétricas aforadas.
- Buretas.
- Matraces aforados de 100 ml.

Un método más selectivo, para evitar interferencias que pueden producirse aplicando la técnica anterior, consiste en aislar los alquil bencen sulfonatos, pasando la muestra por un tubo de adsorción con carbón activado, eluyendo y procediendo luego a una determinación en el infrarrojo, o bien aplicando el método colorimétrico indicado anteriormente.

En tal caso se requiere:

- Un espectrofotómetro para la zona del infrarrojo.
- Un tubo para la adsorción por carbón activado.
- Embudo de Buchner.
- Equipo para filtración por vacío.
- Cápsulas de porcelana.
- Aparatos para ebullición a reflujo con condensador de aire.
- Ampollas de decantación y separación.
- Baño de agua para evaporaciones.

Gases de digestión

El análisis de un barro cloacal en proceso de digestión requiere el uso de equipos para la medición de gases a saber:

- Recipientes, ya sean metálicos o de vidrio, para la extracción de las muestras.
- Equipo gasométrico para la oxidación del hidrógeno y oxidación catalítica del metano por separado a temperaturas bajas, y determinación del dióxido de carbono. (Equipo Burrel).

Este equipo puede tener una variante usando una cámara o pipeta de combustión para la oxidación conjunta de metano y el hidrógeno (equipo Orsat) pero esta operación es riesgosa por el peligro de explosiones.

- Equipo para la determinación de hidrógeno sulfurado. Se utiliza el aparato de Tutwiler.

Actualmente las casas especializadas disponen de equipos cromatográficos especialmente preparados para el análisis de estos gases.

Acidez volátil de barros en digestión

Para la determinación de los ácidos volátiles se procede a una separación previa de éstos por arrastre con vapor de agua, o bien a una destilación directa, lo cual es menos eficiente.

Para el primer caso se requiere:

- Un matraz generador de vapor.
- Un balón de destilación.
- Un condensador con tubo adaptador.
- Un frasco de Erlenmeyer para recibir la muestra.
- Un tubo con cal sodada.
- Buretas para la titulación de los ácidos.

Con la destilación directa el método es empírico, y sirve sólo para los propósitos de control del proceso de digestión, si se desean resultados comparables, para una planta de tratamiento determinada.

Se requiere:

- Una centrífuga para cuatro tubos de 50 ml o frascos de 250 ml.
- Un balón de destilación de 500 ml de capacidad.
- Un tubo adaptador.
- Bureta para la titulación de los ácidos.

Recientemente se han desarrollado técnicas cromatográficas que requieren poco tiempo para la determinación, fijándose los ácidos volátiles con ácido silícico.

Se requiere:

- Una centrífuga o un equipo para filtración por vacío.
- Crisoles de Gooch o de vidrio fritado.
- Frascos para filtración por vacío.
- Buretas para la titulación de los ácidos.

Índice volumétrico de barros

En los sistemas de barros activados es una medida del control del proceso, y se requiere:

- Una probeta de 1 litro de capacidad.
- Un equipo para filtración por vacío.
- Embudo de Buchner.
- Plato de aluminio para filtración con papel de filtro o bien crisoles de Gooch con amianto.

FACILIDADES DE BIBLIOTECA: HERRAMIENTA FUNDAMENTAL DE LA INVESTIGACION

Juan Casillas G. de L.
Director de la Facultad de Ingeniería

y

Oscar M. Gonzales Cuevas
Jefe del Centro de Educación Continua
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México

I. INTRODUCCION

La necesidad que tienen los Centros de Investigación de contar con los servicios eficientes de una biblioteca ha sido reconocida desde hace mucho tiempo por la gran mayoría, si no por la totalidad, de los investigadores y administradores de dichos centros.

Es bien sabido que una investigación se inicia, generalmente, con una búsqueda bibliográfica de trabajos relacionados con el tema. El investigador consulta para esto una gran variedad de fuentes de información, las que dependen de su especialidad y de sus actividades. Algunas de estas fuentes son: resúmenes técnicos (abstracts), artículos de revistas, libros, datos experimentales y estadísticos, informes técnicos, correspondencia personal, manuales, especificaciones, etc. Se ha estimado (1) que de las fuentes mencionadas antes el investigador obtiene aproximadamente el 70% de la información relativa, en tanto que el otro 30% lo adquiere a través de contactos personales orales con sus colegas. Se han hecho encuestas (2) que señalan que la etapa de búsqueda bibliográfica ocupa, en promedio, aproximadamente la cuarta parte del tiempo total dedicado a una investigación.

Por otra parte, los investigadores necesitan tener acceso a revistas técnicas relativas a su especialidad con objeto de mantener actualizados sus conocimientos. Las encuestas mencionadas anteriormente indican que los investigadores dedican un promedio de cinco horas a la semana a la lectura de revistas técnicas, aparte del tiempo que emplean en la lectura de trabajos relacionados directamente con las investigaciones que llevan a cabo.

Por lo expuesto anteriormente, resulta innecesario recalcar la importancia de la biblioteca como una herramienta fundamental de la investigación. Será de más utilidad plantear los problemas que la llamada "explosión de la información" ha causado en el funcionamiento eficiente de las bibliotecas, y hacer una revisión de las soluciones que se han propuesto para estos problemas. A continuación, se sugieren algunas formas de cooperación entre los centros de investigación de América Latina, en lo que respecta a facilidades de biblioteca y, finalmente, se analiza la doble función de la biblioteca como auxiliar de la investigación y de la enseñanza.

No se pretende llegar a soluciones definitivas, y mucho menos a soluciones óptimas, para estos problemas. Únicamente se trata de proporcionar una base para encauzar las discusiones de la segunda parte de esta sesión de trabajo.

II. EXPLOSION DE LA INFORMACION

Se ha calculado que la producción bibliográfica anual de temas de ciencia y tecnología es de 2 a 2.5 millones de trabajos de información, incluyendo libros, artículos de revistas, informes técnicos, patentes, etc. Se ha estimado también que los investigadores requieren para su trabajo, en general, la información publicada en los últimos 5 ó 7 años. Por lo tanto, una biblioteca que pretendiera tener la totalidad de la información publicada en este lapso necesitaría un acervo de 12 a 15 millones de trabajos, la mayoría de los cuales estarían publicados en revistas e informes técnicos.

En el campo de la ingeniería las cifras no son tan espectaculares, aunque son todavía de gran magnitud. El *Engineering Index*, que cubre los campos más importantes de la ingeniería (civil, mecánica, química, eléctrica, sanitaria, de transportes, etc.), analiza un total de 2,200 revistas, consideradas como las relevantes en sus áreas respectivas. Mencionaré, de paso, que de ese número únicamente 23 son publicadas en América Latina (3). Si se considera que, en promedio, cada revista publica diez números anualmente y que cada número contiene diez artículos, resulta que anualmente aparecen 220,000 artículos nuevos. Por lo tanto, una biblioteca que deseara tener todos los artículos de las revistas analizadas por el *Engineering Index* durante los últimos siete años necesitaría contar con un acervo de un millón y medio de artículos aproximadamente.

Sin embargo, las bibliotecas de los Centros de Investigación de América Latina están, en general, lejos de contar con acervos de tal magnitud. Así, por ejemplo, la Biblioteca de las Divisiones de Investigación y de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con 75,000 artículos de revistas y 8,000 libros.

Como una medida aproximada de la explosión de la información, se puede decir que cada 10 ó 15 años se duplica la literatura científica publicada. Las causas de esta explosión de la información son bien conocidas. Por una parte, el número de científicos e ingenieros en producción activa es mucho mayor que en cualquier otra época. Del 80 al 90 por ciento de todos los científicos que han existido en la historia de la humanidad están vivos actualmente. Por otra parte, se ha desarrollado una fuerte competencia académica que presiona a científicos e ingenieros a publicar una gran cantidad de artículos, muchos de los cuales, desgraciadamente, presentan información que no se ha digerido o comprobado adecuadamente.

A continuación se analiza algunas consecuencias de la explosión de la información.

a) Espacio físico para la Biblioteca

Si una biblioteca siguiera operando bajo el sistema tradicional de guardar todas las revistas y libros que se adquieren, y se decidiera mantener constante el porcentaje de libros y revistas que se reciben con respecto al número total publicado, resultaría necesario duplicar el tamaño de los locales cada quince años, aproximadamente. Pero si la biblioteca, como sería común en Latinoamérica, deseara incrementar dicho porcentaje, se requeriría una expansión todavía mayor. Aun retirando volúmenes antiguos y guardándolos en bodegas alejadas del edificio propio de la biblioteca, el costo del crecimiento de los locales difícilmente podría ser absorbido con los fondos que para este objeto puede asignar un centro de investigación.

Parece necesario entonces recurrir a otros sistemas de almacenamiento de información. Hasta la fecha, el sistema que requiere un espacio de almacenamiento mínimo es el basado en archivos de micropelículas. Los sistemas mediante los cuales se guarda la información en discos de computadora requieren mayor espacio que los basados en micropelículas, pero la recuperación de la información resulta más expedita. Sin embargo, hasta la fecha la mayoría de esos sistemas solo guardan citas bibliográficas y resúmenes, pero no el texto completo de una información. Como excepción a esta afirmación debe mencionarse el sistema INTREX, del que se hablará posteriormente.

b) Recuperación de la Información

Otro de los problemas serios derivados de la explosión de la información es el de la recuperación de la misma. El físico inglés J. D. Bernal señalaba en 1954 que a veces es más fácil redescubrir un fenómeno que encontrar en la literatura que ya se había descubierto con anterioridad. Actualmente subsiste esta situación, ya que si bien es cierto que las técnicas de recuperación de la información han mejorado notablemente, la cantidad de información disponible también ha aumentado en gran escala. Además, cada día es mayor el tiempo que transcurre entre la terminación de una investigación y la publicación del reporte correspondiente en alguna revista técnica. Resulta interesante mencionar los métodos preferidos por los investigadores para obtener la información que requieren. A este respecto, Barber (2) señala que los métodos más usuales son la búsqueda de referencias citadas en artículos consultados previamente, la consulta de índices y abstracts, y la consulta personal con otros investigadores. Llama la atención que los métodos menos utilizados, según este autor, son la consulta de los catálogos de biblioteca y las consultas directas a los bibliotecarios. Esto indica que es necesario mejorar los sistemas de clasificación y asignación de temas, y, a la vez, instruir a los investigadores sobre el uso de dichos sistemas.

El hecho de que uno de los métodos de recuperación de información más utilizados sea la consulta con otros investigadores se debe, probablemente, al problema de calidad y cantidad de los artículos publicados. Se mencionó ya que muchos artículos se publican sin someter los resultados de la investigación a pruebas exhaustivas, y sin ponerlos en forma utilizable para otras investigaciones o para aplicaciones prácticas. Debido a esto, muchos investigadores evitan tener que revisar muchos artículos y prefieren obtener, mediante recomendaciones personales, dos o tres trabajos que sinteticen el tema estudiado y presenten sus aspectos más importantes. Los artículos denominados "Estados del Conocimiento" ("State of the Art") resultan sumamente útiles desde este punto de vista.

Las consideraciones anteriores hacen resaltar la importancia de que los sistemas de registro, almacenamiento y recuperación de la información sean más efectivos y prácticos, a fin de que los investigadores puedan tener acceso rápido a la información y, consecuentemente, puedan utilizar dicha información en mejor forma.

Los sistemas tradicionales, utilizados todavía por casi la totalidad de las bibliotecas en el mundo, consisten en catalogar, clasificar, y asignar encabezamientos de materia o temas a todos los libros, manuales, reportes, tesis, etc. Se obtienen, como resultado, los catálogos diccionario, en donde las obras están representadas por tarjetas de autor, título y materia. Para que estos catálogos sean verdaderas herramientas de recuperación efectiva de la información es muy importante que las tareas de clasificación y de asignación de encabezamientos de materia sean realizadas por bibliotecarios especializados, que conozcan perfectamente el campo de la especialidad de la biblioteca. Sólo así el investigador encontrará en el catálogo al localizar la información las palabras técnicas y precisas a que está acostumbrado. Sin embargo, sucede generalmente que, debido a la escasez de personal especializado, los catálogos no son preparados en forma adecuada y, por tanto, no resultan efectivos.

Además de consultar los catálogos de libros y reportes técnicos el investigador necesita consultar los índices y los abstracts para recuperar la información contenida en las revistas. Esto hace más complicada y lenta la búsqueda, ya que tiene que recurrir a diferentes fuentes de información. Aquí es oportuno mencionar que, desgraciadamente, con frecuencia los resúmenes son preparados por personas que no conocen con suficiente profundidad el campo de la especialidad, por lo que en el resumen se pierden muchas veces los aspectos más interesantes de la publicación. Además, estos resúmenes tienen generalmente solo un carácter descriptivo y no crítico, como sería de desearse. La solución a este último problema es, desde luego, muy difícil.

Parece pues indispensable que el usuario sea entrenado para hacer uso adecuado y eficiente del catálogo diccionario y de obras de consulta como bibliografías, índices y abstracts de revistas y otras herramientas de la investigación documental.

La necesidad de simplificar y hacer más rápida la tarea de localizar la información ha obligado a incorporar los adelantos de la tecnología moderna a los servicios de la biblioteca, creando nuevos sistemas mecanizados de registro, almacenamiento y recuperación de la información. Estos sistemas mecanizados varían ampliamente en cuanto a equipo y costo, y sus métodos de recuperación van desde los sistemas sencillos como el KWIC hasta los más ambiciosos como el INTREX.

En el sistema KWIC (Key words in context) se asignan a cada artículo una serie de "palabras clave" que describen, en términos muy generales, los temas tratados en el mismo. Cada título es entonces perforado en tarjetas, junto con sus palabras clave, y le es asignado un número progresivo. Las tarjetas se procesan en computadora y se obtienen listas alfabéticas de autores y palabras clave de las publicaciones analizadas (libros, artículos de revistas, informes técnicos, etc.). Para usar el sistema, el investigador busca en las listas de palabras clave las relativas al tema de su interés, y localiza de esta manera los números de los artículos o trabajos en que se tratan dichos temas.

Una variedad de este sistema utiliza como palabras clave las principales palabras contenidas en el título del artículo en cuestión. Esta alternativa se adopta cuando se analizan revistas en las que el editor no ha indicado las palabras clave de los artículos, y no se cuenta con personal especializado que pueda fijarlas en forma adecuada después de analizar cada artículo.

La desventaja de este sistema es que no ofrece resúmenes de los artículos, ni hay facilidad de combinar palabras clave para localizar con rapidez información sobre temas más específicos.

El KWIC se empezó a utilizar en 1960 por el Chemical Abstracts. La Biblioteca de las Divisiones de Investigación y de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México empezó a utilizar en forma experimental este sistema en 1965. Actualmente se tienen bajo este sistema catálogos de todas las publicaciones recibidas en los años 1965, 1966 y 1969 y se está preparando el correspondiente a 1970.

Otro sistema semimecanizado y de utilización manual, bastante efectivo y que puede ser de mucha utilidad para bibliotecas pequeñas es el servicio proporcionado por el Geodex International Information Retrieval Systems. Está basado en un índice coordinado y en él la recuperación se realiza por medio de tarjetas perforadas, una por cada palabra clave. Estas tarjetas son manejadas manualmente usando una simple técnica de coincidencia óptica. Las tarjetas pueden

superponerse en orden alfabético, escogiendo las palabras clave que interesen, y de esta forma se obtienen números que identifican los resúmenes en los que se encuentra información sobre esos temas específicos. Hasta la fecha, este servicio proporciona información únicamente sobre Estructuras, Mecánica de Suelos y Geotecnia, y no tiene índice de autores.

El sistema INTREX (Information Transfer Experiments) es el proyecto más ambicioso y mejor organizado hasta la fecha para incorporar las técnicas de automatización a las bibliotecas. Se ha estado experimentando con este sistema en el Instituto Tecnológico de Massachusetts desde el año de 1965, habiéndose seleccionado la Biblioteca de Ingeniería, con su acervo de 125,000 volúmenes de libros y su colección de revistas, como el centro del mencionado proyecto. Los objetivos principales de este experimento son: encontrar soluciones para los problemas operacionales de las grandes bibliotecas, desarrollar la capacidad de transferencia de información en ingeniería y hacer que la biblioteca sea el centro activo de un sistema de transferencia de información en la comunidad académica.

El INTREX utiliza una computadora central y un conjunto de terminales localizadas en las distintas bibliotecas. La computadora central está alimentada con listas de artículos clasificados por palabras clave, resúmenes de dichos artículos y textos completos de los mismos. La persona que solicita información pide, por medio de una terminal, la lista de todos los artículos que contengan ciertas palabras clave referentes al tema que le interesa. Dicha lista aparece en una pantalla directamente en el terminal. El solicitante puede pedir después los resúmenes, y aún los textos completos, de los artículos que le parezcan más interesantes. Finalmente, puede obtener copias fotostáticas de dichos artículos.

Actualmente el INTREX se encuentra todavía en etapa de desarrollo y solamente algunos temas están incorporados al sistema. El costo de este experimento de 1965 a 1967 fue de 1,250.000 dólares, y se estima que para 1975, en que debe terminarse el proyecto, alcanzará la suma de 15 millones de dólares (1).

c) **Tiempo de lectura de los Investigadores**

Se mencionó anteriormente que los investigadores dedican, en promedio, cinco horas a la semana a la lectura de artículos técnicos con objeto de mantenerse actualizados. Obviamente, este tiempo es insuficiente para leer tan siquiera un porcentaje aceptable de la literatura que se publica actualmente sobre cualquier campo de especialización. Se calcula que en el campo de las ciencias naturales un científico debería dedicar 15 horas diarias, con una velocidad de lectura de 3000 caracteres por minuto, para enterarse de lo que se publica sobre su especialidad (4).

Para resolver este problema sería necesario que las bibliotecas pusieran a disposición de los investigadores los servicios de resúmenes (abstracts), que les permitieran conocer en forma sintetizada las investigaciones publicadas. De esta manera el investigador leería con detalle únicamente aquellos artículos que fueran más importantes en su campo particular de especialización.

La biblioteca debe estar en disposición de poder proporcionar rápidamente los artículos que soliciten los investigadores. El Engineering Index, el Water Pollution Abstracts y el Applied Science and Technology Index proporcionan servicio de resúmenes en temas de interés en el campo de la Ingeniería Sanitaria. Desgraciadamente no existe un servicio de resúmenes dedicado específicamente al campo de la Ingeniería Sanitaria y que abarque sus diferentes especialidades.

d) Presupuesto para Biblioteca

Es difícil establecer reglas precisas para determinar el presupuesto que debe dedicarse a la adquisición de material bibliográfico y a la operación de una biblioteca para que ésta cumpla eficientemente sus funciones. Los países miembros de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo de la Comunidad Europea (OECD) gastan en servicios de información y documentación del 4 al 5 por ciento del total de sus inversiones en investigación y desarrollo (5).

Los países de América Latina que, en general, tienen un grado de desarrollo industrial menor que los miembros de la OECD deberían tender a superar este porcentaje, ya que tienen una mayor necesidad de estos servicios para salir de su subdesarrollo.

Conocemos por experiencia propia los problemas de tipo económico que enfrentan los centros de investigación latinoamericanos y sabemos que no es fácil dedicar porcentajes de este orden a las bibliotecas. Pero debe reconocerse que es indispensable dedicarles recursos económicos suficientes para que puedan desarrollar sus labores en forma que resulte eficiente para los investigadores, ya que cualquier mejora en este sentido redundará, indudablemente, en un menor costo para las investigaciones, al ahorrar tiempo en la búsqueda bibliográfica y al proporcionar información pertinente que puede ser de suma importancia en el desarrollo de una investigación.

e) Recursos humanos para las Bibliotecas

Las actividades de información científica y técnica requieren actualmente de personal profesional altamente calificado que, además de conocer las complejas técnicas y el equipo utilizado para la recuperación, almacenamiento, síntesis y disseminación de información, tengan los conocimientos necesarios sobre la

especialidad para que su trabajo constituya un apoyo firme al investigador. La biblioteconomía es una disciplina autónoma que ha nacido como consecuencia lógica de la división y especialización del trabajo en las labores de información científica y técnica. Así como se han desarrollado, por ejemplo, grupos de técnicos especializados en realizar ciertas actividades de laboratorio, se han desarrollado también grupos de especialistas en problemas de información. Las escuelas de Biblioteconomía en América Latina forman bibliotecarios a nivel profesional pero la mayoría de ellos adquieren una formación cultural casi exclusivamente en el campo de las humanidades y carecen frecuentemente de conocimientos científicos y técnicos básicos, que les permitan actuar con eficiencia en las áreas de ciencia e ingeniería.

En una reciente reunión de trabajo sobre el desarrollo de sistemas de información científica y técnica, organizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, un grupo de trabajo se abocó al estudio del problema urgente de formación de bibliotecarios especializados en las disciplinas de la ciencia y la tecnología. Se habló ahí de soluciones inmediatas, como serían, por ejemplo, enviar graduados en estas disciplinas a estudiar la maestría en Biblioteconomía a países extranjeros en donde ya existen cursos especiales de ese nivel, o bien dar a bibliotecarios ya graduados una formación más amplia en las disciplinas de ciencia y tecnología. Esta segunda solución parece más difícil de llevar a la práctica que la primera.

Se consideraron también soluciones menos inmediatas, como serían la creación de estos cursos para postgraduados en México, solicitando la ayuda de organismos internacionales, como la UNESCO y la OEA, para conseguir profesores con experiencia en estos problemas.

En Rusia se ofrecen cursos optativos sobre documentación científica a todos los alumnos de escuelas técnicas y científicas. Estos cursos pueden conseguirse en ediciones que incluyen preguntas de exámenes, lecturas complementarias, etc., y pueden ser de utilidad para países que no tengan todavía cursos a nivel profesional sobre biblioteconomía (6).

III. COOPERACION ENTRE BIBLIOTECAS TECNICAS EN LATINOAMERICA

Dada la escasez de recursos económicos con que operan la mayoría de las bibliotecas técnicas en Latinoamérica resulta sumamente importante buscar medios efectivos de cooperación entre las bibliotecas existentes para optimizar los servicios. Podrían sugerirse las siguientes formas de cooperación que, discutidas y mejoradas por los participantes en esta sesión de trabajo, podrían servir para lograr un mejor trabajo de conjunto entre las bibliotecas latinoamericanas. Naturalmente, en la discusión de este trabajo surgirán con seguridad otras ideas, más valiosas tal vez, que deberán tomarse en cuenta.

La cooperación más importante, en nuestra opinión, podrá realizarse a largo plazo, y dependerá del desarrollo tecnológico de nuestros países en las áreas de telecomunicaciones y computación. Cuando se disponga de sistemas de recuperación de información como el INTREX y las naciones latinoamericanas tengan medios de comunicación adecuados, quizás basados en la utilización de satélites artificiales, podrá consultarse en México, por ejemplo, una revista que se encuentre en el sistema de almacenamiento de Argentina o Perú. Podría acordarse entonces, que cada biblioteca se especializara en ciertas áreas únicamente, poniendo a disposición de las bibliotecas asociadas al sistema toda su información y utilizando los servicios de las demás para consultas bibliográficas en áreas fuera de su especialización.

En un futuro más inmediato es posible fomentar el desarrollo de la cooperación bibliotecaria, primero a nivel nacional y posteriormente a nivel internacional, mediante la compilación de catálogos colectivos de revistas y libros, la organización más efectiva del préstamo interbibliotecario y de los servicios de fotocopiado y, finalmente, mediante la creación de redes de información científica y técnica para el mejor aprovechamiento del acervo de las bibliotecas. Debe mencionarse que algunos países, como Argentina, Brasil, Chile y México cuentan ya con catálogos colectivos de revistas.

Por otra parte, se podrían organizar también cursos de alcance latinoamericano para bibliotecarios que desearan especializarse en distintos campos de la ingeniería, o, preferentemente, cursos de biblioteconomía para ingenieros.

Otro tipo de cooperación a nivel internacional podría consistir en promover la elaboración de resúmenes analíticos de los artículos publicados en revistas latinoamericanas que no se encuentren analizadas en los índices especializados, los cuales serían enviados a las bibliotecas interesadas de todos los países de habla hispana. En el campo de la Ingeniería Sanitaria podría concentrarse dicha información en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria.

IV. LA BIBLIOTECA PARA INVESTIGACION Y PARA ENSEÑANZA

La mayoría de los centros de investigación en América Latina están ligados íntimamente a Universidades y Centros de Enseñanza Superior. En consecuencia, sus bibliotecas dan servicio, por lo general, a investigadores, profesores y estudiantes simultáneamente. Una biblioteca puede funcionar eficientemente en estas circunstancias cuando los estudiantes son de postgrado, ya que su número es relativamente pequeño y sus necesidades de servicios de información son muy semejantes a las de los investigadores y profesores. Por otra parte, las bibliotecas para estudiantes de nivel profesional tienen, en general, otras características, como son la necesidad de contar con salas de lectura muy amplias, varios ejemplares de los libros de texto, material audiovisual de tipo educativo para uso de los alumnos, etc.

Puede preverse que debido a la explosión demográfica, que se traduce en un número cada vez mayor de alumnos que ingresan a escuelas de nivel profesional, y a los cambios que esta presión y los desarrollos de métodos audiovisuales de enseñanza están

originando, la biblioteca para la enseñanza se transformará en un verdadero Centro de Información y ocupará en la educación un lugar mucho más importante que el que ha tenido hasta la fecha (7).

Dichos centros contarán para la enseñanza con libros de enseñanza programada, videocassetes y material audiovisual en general, con la idea de facilitar que el estudiante pueda aprender, en forma independiente y a la velocidad que juzgue adecuada, los temas incluidos en los programas detallados de los cursos que tome.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se han tratado de describir los principales problemas que la explosión de información ha creado a las bibliotecas. Se han sugerido algunas soluciones a estos problemas, y se ha planteado, para la discusión general el tema ¿qué debe hacerse para que la biblioteca contribuya eficazmente al desarrollo de la investigación?

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Holm, B. E. "How to manage your information" New York, 1968, 292 pags.
2. Barber, A. S. "Critical review of the surveys of scientists' use of libraries". p. 145-179
3. Engineering Index Annual, 1969
4. Carter, L. F. "The scientific user: the library and information service needs of scientists". Libraries at large. Bowker, London, 1969. p. 143-150
5. Zamora, P. "Importancia y situación actual de los servicios de información científica y técnica de México". 1971. 10 pags.
6. Mikhlailov, A. I. "An introductory course on informatics/documentation"/Paris/UNESCO, 1969, 208 pags.
7. Goodman "Flow of scientific and technical information, the results of a recent mayor investigation". Huntington Beach, Douglas Aircraft Co., 1967. 59 pags.
8. Vickery, B. C. "Techniques of information retrieval". London Butterworths, 1970. 262 pags.
9. Weinberg, S. "The attitude of the research worker to technical information". ASLIB Proceedings, Vol. 3, 1951, p. 22-29
10. Seminario sobre Planteamiento de Estructuras Nacionales de Información Científica y Técnica. Madrid, 1971. 107 pags.

FUNDAMENTAL CONSIDERATIONS IN BASIC AND PROBLEM ORIENTED RESEARCH

Warren J. Kaufman, Sc. D.
University of California, Berkeley

What should be the research role of departments of Sanitary Engineering within faculties of engineering? How should this role relate to the teaching functions of these departments, to national needs, to the research roles of other agencies, and to the interests and capabilities of the department staff? These questions have been frequently asked in recent years and seldom answered in a fashion that gives useful guidance to professors and administrators within our universities. Perhaps equally important, the engineering profession, legislators, and the public at large are also concerned with these questions and are becoming more insistent that answers be found. There has been an increasing tendency among the funding agencies to question the relevance of much of university-based research, including that originating in engineering departments. It is thus apropos that we examine the meaning of basic and problem oriented research and seek to establish guidelines for the development of research programs in our Sanitary Engineering departments.

THE NATURE OF RESEARCH

In the broad sense, research should not be relegated to the realm of the academic scientist, but should rather be viewed as an activity in which any discerning individual may engage. It is only necessary to pose and answer some question that has not been previously examined. If this approach to research is taken the opportunities are enormous and certainly not limited to the highly trained specialist. What is the nature of the research which should be carried out in universities and how does it differ from the question and answer definition suggested above? Two general criteria are suggested: 1) the research should enhance the educational experience of the student by allowing him to participate in significant creative and original studies, 2) the research should constitute a service to society through either the creation of new knowledge or the providing of understanding of problems of real importance. Perhaps a third criterion is that the research should contribute to faculty development and recognition.

In the interest of understanding the kinds of "research" or investigative activity which might be conducted in a university, and to provide a basis of discussion, four quite arbitrary research categories may be listed and briefly defined:

1. Basic Research: Fundamental studies intended to extend the frontiers of understanding by creating new knowledge of natural phenomena.

2. **Applied Research:** Investigations leading to the development of new systems, processes, or applications of fundamental principles with the expectation of the early, general, and profitable utilization of the results.

3. **Investigative Work:** The resolution of individual engineering problems by developing systems, information, and designs of particular and limited application.

4. **Analysis or Testing:** The routine measurement of the properties of materials without general interpretations.

Obviously there are no sharp lines delineating or separating these four categories. Fundamental or basic research may involve repetitive routine measurements, while a testing laboratory directed by a competent engineer—scientist may develop new analytical techniques or even elucidate some new scientific principle. Investigative work associated with the consulting activities of a professor may be highly innovative and provide an excellent educational experience to the student. It may also be routine and mundane and of very limited educational value. On balance, however, it would appear that the realm of applied research is the most appropriate one for departments of engineering, it is also the one with the fewest pitfalls and with the greatest likelihood of meeting the two aforementioned criteria in the context of engineering education. On the other hand, we must emphasize that active testing and analytical laboratories can provide viable nuclei which engender and support applied research and that a professionally active faculty is cognizant of contemporary problems and likely to insure the relevance of an applied research program.

APPLIED RESEARCH

Let us examine in more detail an interpretation of the term applied research. First of all, it clearly carries the implication of application, of practicability, and of timeliness. Applied research is useful research; this is not to infer that basic research is not, however. Applied research normally does not generate new knowledge, but it should use existing knowledge in new ways. The study of a process, filtration for example, is clearly applied research in which knowledge of a variety of chemical and hydrodynamic phenomena, as well as economic information, are integrated into descriptive mathematical models, design parameters, or operating rules through which better filters become possible. However, a study of the mechanism of attachment of polyelectrolytes to polystyrene spheres and the identification of their bonding forces should probably be classified as fundamental, although not necessarily. Because the filtration process is an assemblage of phenomena, it could be argued that it cannot be studied except in an applied sense. While this may be true, unfortunately there is much filtration research that seems to avoid application in any immediate sense. This leads us to the conclusion that some research may be neither basic or applied; there may be some doubt whether it is research at all.

Another characteristic of applied research is that it should be interpretive; it must be understood by its potential users, in our case the practicing engineer, administrator, or policy maker. It should not be conducted and written simply to gain the admiration of one's research peers—the small group of specialists having similar interests. Unfortunately, much applied research finds little utilization because it is not understood. As noted in the definition, applied research should have general applicability rather than be the solution to a single problem.

Our definition also suggested that applied research should be profitable. While profit, or in a sense, value, may be measured in many ways, a marketable patent is one of the best indices of practical value and one commonly finds industry rewarding its researchers by this means. The University of California has a well developed patent policy which awards half the return to the investor—researchers. The University's profit is held in a special patent fund earmarked for applied research. An equally valid measure of value of applied research is its general acceptance by the profession as the basis of design or operation of a facility. The introduction of multimedia filtration, while not patentable today, does represent a very significant contribution to water treatment practice.

In appraising the value of research it may be interesting to cite the results of a brief survey made in 1970 by a committee of the California Section of the Water Pollution Control Federation. Consulting engineers, plant operators, regulatory agency personnel, and researcher-educators were canvassed regarding the adequacy and value of the research they had encountered in water pollution control. Less than 10% of all respondents agreed that the research results were properly communicated and only 12% of the consultants agreed that the research was sufficiently relevant to the needs of the profession. Similarly, 92% of the consultants agreed that the language and mathematics of the researchers discourage the reading of articles and 84% agreed that it was largely inapplicable to practical problems. As might be expected, the researcher-educator group had a much higher opinion of their efforts, although they were quite critical. If we assume that nearly all of the research encountered by these individuals was applied, it is reasonable to conclude that most of it was not of great value.

PROBLEM ORIENTED RESEARCH (POR)

Having suggested four categories of research and attempted to identify one of them, applied research, as the appropriate concern of engineering departments, it may seem difficult to establish problem oriented research as a distinct entity. This is because POR is not basic or applied or testing, but rather research to resolve a particular problem, albeit a generic one, and may fall into any one of the four previously defined categories. Thus, we will define problem oriented research as research of any kind in which the researcher is guided in his course only by his desire to find an answer to a problem. Unfortunately, such research requires a careful definition of the problem and often the university researcher is not capable in such matters, this being especially true if his previous experience has been in basic research. On the other hand, the applied researcher,

especially if he has good preparation in the sciences and some breadth of experience, is rather well prepared to engage in POR.

It may be useful to examine recent trends in research in the U. S. to obtain some insight regarding POR. First of all, it is probably fair to state that the post-World War II of unparalleled funding of basic research in the U. S. has reached a plateau and is on the decline. For many reasons the value of science in the public eye has lessened and the trend is toward greater relevance in research. One of the manifestations of this change is the Research Applied to National Needs (RANN) program of the National Science Foundation (NSF). RANN in fiscal '72 is a 50 million dollar problem-focused research effort organized into three functional divisions; Environmental Systems and Resources, Social Systems and Human Resources, and Advanced Technology Applications.

It will be helpful to examine the objective of the Division of Environmental Systems and Resources. It is to "be responsible for the support of research to provide greater understanding of how the nation can most effectively develop its land and utilize its natural resources while at the same time improving the quality of the environment". Its '72 budget of \$ 27,000,000 is to be devoted to:

- Weather Modification Research
- Biome Analysis Application (i.e., large scale ecological-environmental systems incorporating socio-economic and political factors)
- Regional Environmental Systems Research (studies of several basins including Lake Tahoe, Chesapeake Bay, and the Tennessee Valley)
- Environmental Aspects of Trace Contaminants.

It should be evident that the problems selected for this environmental POR program are diverse, generally broad with a strong systems orientation, and very poorly defined. As a matter of fact, except for the weather modification research, (which is a "problem" with a considerable tradition) the principal problem thus far appears to be one of definition rather than solution. We might conclude that while it is time that more research be problem oriented, this is not easy task.

A further and more pragmatic example of an effort to identify environmental research needs is a questionnaire recently distributed by the Environmental Protection Agency's Office of Research and Monitoring (an evolutionary progeny of the former Division of Water Supply and Pollution Control of the U. S. Public Health Service). The questionnaire is a very positive effort at POR need definition and has been sent to both the users and producers of research. The format of the questionnaire is as follows:

- Descriptive Title
- Define the Specific Problem to be Solved.
- What is the Extent and Importance of the Problem?
- What Form of a Solution is Needed? (e.g., instruction manual, research report, process facility or demonstration).
- How Will the Solution be Used and By Whom?
- When Will the Solution be Needed and What are the Considerations, if any, of Deferring on the Problem?

Here we should note the reference to the specific, to the importance, and to the nature and application of the solution. We should also note the concern for priority or timeliness. While this format could probably be improved, it does represent a reasonable effort at identifying problem oriented research. Most of all, emphasis is on the problem.

PROBLEM ORIENTED APPLIED RESEARCH ON ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Having imprudently attempted an exposition of the nature of research and its problem orientation, it is not difficult to take one further step and attempt to set down an example. The problem chosen is one currently under study at the Sanitary Engineering Research Laboratory and commissioned by the California State Water Resources Control Board. The broad question has to do with the water quality of San Francisco Bay, its protection and enhancement. Earlier studies had identified toxicity as a principal pollutant of the Bay. The specific objectives of the present study were three; 1) to develop more perceptive and sensitive methods of measuring toxicity, 2) to establish the degree to which toxicity could be removed by traditional and advanced waste treatment processes, and 3) to determine to the extent practicable the nature of the toxicity of municipal sewage. The research team was comprised of two doctoral students, four technicians, and four members of the faculty — a chemist, a biologist, and two engineers.

It is not possible to describe all of the tasks and findings of the study. It involved pilot plant and plant-scale studies at four communities representative of the region. Also included were field and laboratory measurements required for the development and testing of bioassay techniques. One of the results has been the development of a growth unit by which the response to toxicants of naturally developed biological communities can be assessed. This ecological approach to toxicant control served to supplement the standard fish bioassay by extending the trophic level of the test organisms down to the primary producers, the phytoplankton, and includes their predators. Another result has been to establish the extent to which biological and physical-chemical treatment removes toxicity. A third and especially important finding, but not an unexpected one, is the influence of chlorination on biological communities.

This in turn has pointed to a potential conflict in waste treatment objectives, that of protecting the health of man by waste disinfection and protecting the estuarine ecology by avoiding the discharge of treatment-induced intoxication.

The problem of management of saline waters encircled by metropolitan areas is complex in the extreme and our studies fall far short of answering all of the questions. However, we believe that the research program has focused sharply on the principal issues and that some answers have been provided in a timely fashion. It is an example of problem oriented applied research involving doctoral level graduate students and with results having the potential for immediate application. The problem was perceived by a tax supported state regulatory agency and is accepted as a problem by the press and the public. It was not manufactured by the researchers.

Research requires money and more often than not there is little profit to be found in environmental research. In searching for support the sanitary engineering researcher must accept the fact that what he perceives to be a problem (perhaps because it is where his interests lie) may in fact not be a problem to anyone else, or at least not to anyone with the resources to pay his bills. The point to be made here is that the problem oriented researcher must accept to a large extent the problems identified by others and ultimately provide answers acceptable to them. This is exactly the problem faced by many researchers in the U.S. today. The Environmental Protection Agency may ask us what we believe to be a research need, but they decide what research needs to be funded.

IN CONCLUSION

Problem oriented research is applied research meeting clearly evident societal needs. While it is not the forte of the basic scientist, or even that of the traditional engineer-scientist, it is in the view of the author a very appropriate type of research for the sanitary engineer. It requires a departure from academic tradition and the acceptance of the judgment of others of what constitutes a problem. But today in the U.S. it is highly relevant and I wonder if this may not also be the case in Latin America.

CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES SOBRE INVESTIGACION BASICA Y ORIENTADA HACIA PROBLEMAS (*)

Warren J. Kaufman, Sc. D.
Universidad de California, Berkeley

¿Cuál debería ser la función investigativa de los departamentos de Ingeniería Sanitaria de las facultades de Ingeniería? ¿Cómo debería relacionarse esta función con las actividades docentes de estos departamentos, las necesidades nacionales, las actividades de investigación de otras agencias, y los intereses y capacidades del personal del departamento? Estas preguntas han sido formuladas con frecuencia en años recientes, pero rara vez han sido respondidas en forma que constituya una guía útil para los profesores y administradores de nuestras universidades. Tal vez sea igualmente importante que la profesión de ingeniería, los legisladores y el público en general estén también preocupados por estos problemas e insistan cada vez más en que se les encuentre alguna respuesta. Las agencias que proporcionan fondos muestran una tendencia creciente a discutir la pertinencia de gran parte de la investigación universitaria, incluyendo la originada en departamentos de Ingeniería. Es por esto oportuno que examinemos el significado de la investigación básica y la orientada hacia problemas, y tratemos de establecer pautas para el desarrollo de programas de investigación en nuestros departamentos de Ingeniería Sanitaria.

LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACION

En el sentido más amplio, la investigación no debe ser relegada al dominio del científico académico, sino que debería ser considerada como una actividad de la que puede ocuparse todo individuo perspicaz. Sólo se necesita proponer dar respuesta a preguntas no examinadas anteriormente. Si se acepta este punto de vista las oportunidades son enormes y ciertamente no se limitan al especialista altamente adiestrado. ¿Cuál es la naturaleza de la investigación que debería ser realizada en las universidades y en qué se diferencia de la definición sugerida por las preguntas y respuestas anteriores? Se proponen dos criterios generales: 1) La investigación debería incrementar la experiencia educacional del estudiante al permitirle participar en estudios significativamente creativos y originales; 2) La investigación debería constituir un servicio a la comunidad, sea mediante la creación de nuevos conocimientos o facilitando la comprensión de problemas de verdadera importancia. Tal vez un tercer criterio es que la investigación debería contribuir al desarrollo y aceptación de los profesores.

A fin de entender los tipos de "investigación" o actividad investigativa que pueden ser desarrollados en una universidad y de establecer una base de discusión, se podría señalar y definir brevemente cuatro categorías bastante arbitrarias de investigación:

(*) Versión española del Tema No. 4. Traducción hecha por la Secretaría General de la Conferencia.

1. Investigación básica: Estudios fundamentales que se espera extiendan las fronteras de la comprensión al crear nuevos conocimientos de los fenómenos naturales.
2. Investigación aplicada: Investigaciones que conduzcan al desarrollo de nuevos sistemas, procesos o aplicaciones de principios fundamentales con la expectativa de poder utilizar los resultados a la brevedad y de manera provechosa y general.
3. Trabajo investigativo: La resolución de problemas individuales de ingeniería mediante el desarrollo de sistemas, información, y diseños de aplicación particular y limitada.
4. Análisis o ensayos: La medición rutinaria de las propiedades de materiales sin hacer interpretaciones generales.

Obviamente no hay una línea definida que delimite o separe estas cuatro categorías. La investigación básica o fundamental puede involucrar mediciones rutinarias repetitivas, mientras que el análisis de laboratorio dirigido por un ingeniero—científico competente puede desarrollar nuevas técnicas analíticas y aun elucidar algún nuevo principio científico. El trabajo investigativo asociado con las actividades de consultoría de un profesor puede ser altamente innovativo y proporcionar al estudiante una excelente experiencia educacional. Haciendo un balance, sin embargo, parecería que el campo de la investigación aplicada es el más apropiado para los departamentos de ingeniería. Es también el que tiene menos posibilidades de error y la mayor probabilidad de reunir en el contexto de la educación en ingeniería los dos criterios anteriormente mencionados. Por otra parte, debemos poner énfasis en que las actividades analíticas y de ensayos de laboratorio pueden proporcionar núcleos viables que engendren y apoyen la investigación aplicada, y que una facultad profesionalmente activa debe conocer los problemas contemporáneos, y probablemente asegurará la pertinencia de un programa de investigación aplicada.

INVESTIGACIÓN APLICADA

Examinemos en más detalle una interpretación del término investigación aplicada. Antes que nada, implica claramente aplicación, factibilidad, y oportunidad. La investigación aplicada es investigación útil; esto, sin embargo, no significa inferir que la investigación básica no lo sea. La investigación aplicada normalmente no genera nuevo conocimiento, pero debería utilizar en nuevas formas el conocimiento existente. El estudio de un proceso, por ejemplo filtración, es claramente investigación aplicada en la que el conocimiento de diversos fenómenos químicos e hidrodinámicos, al igual que información económica, se integra en modelos matemáticos descriptivos, parámetros de diseño, o reglas operativas, a través de las cuales se pueden obtener mejores filtros. Sin embargo, una investigación de los mecanismos del agregado de polielectrolitos a esferas de poliestireno y la identificación de sus fuerzas de adhesión sería probablemente, aunque no necesariamente, clasificada como básica. Dado que el proceso de filtración es un conjunto de fenómenos, podría argüirse que no puede ser estudiado sino en un sentido aplicado.

Aunque esto puede ser verdadero, desgraciadamente se hace mucha investigación sobre filtración que parece querer eludir cualquiera aplicación inmediata. Esto nos lleva a la conclusión de que algunas investigaciones pueden no ser básicas ni aplicadas; podría haber alguna duda con respecto a si son siquiera investigaciones.

Otra característica de la investigación aplicada es que debería ser interpretativa; debe ser comprendida por sus usuarios potenciales, en nuestro caso el ingeniero en ejercicio, administrador, o quien debe tomar decisiones. No debería ser realizada y escrita para ganar la admiración de los otros investigadores — el pequeño grupo de especialistas con similares intereses. Desgraciadamente mucha investigación aplicada encuentra poca utilización debido a que no es comprendida. Como se señala en la definición, la investigación aplicada debería tener aplicabilidad general, más bien que ser la solución a un problema específico.

Nuestra definición también sugiere que la investigación aplicada debería ser lucrativa. Si bien el provecho o, en un sentido, el valor, puede medirse en muchas formas, una patente que puede venderse es uno de los mejores índices de valor práctico y a menudo la industria premia en esta forma a sus investigadores. La Universidad de California tiene una política de patentes bien desarrollada que asigna la mitad de las utilidades a los investigadores—inversionistas. Los beneficios de la Universidad se mantienen en un fondo especial de patentes, reservado para investigación aplicada. Una medida igualmente válida del valor de la investigación aplicada es su aceptación general por la profesión como base para el diseño u operación de una instalación. La introducción de medios múltiples de filtración, aunque no patentable actualmente, representa una contribución muy significativa a la técnica del tratamiento de agua.

Al evaluar el valor de la investigación puede ser interesante citar los resultados de una breve encuesta hecha en 1970 por un comité de la Sección California de la Federación de Control de la Contaminación del Agua. Se solicitó la opinión de ingenieros consultores, operadores de planta, personal de agencias reguladoras e investigadores—educadores en relación con la conveniencia y el valor de las investigaciones que conocían sobre control de la contaminación del agua. Menos del 10% de los que respondieron concordó en que los resultados de las investigaciones habían sido comunicados adecuadamente, y sólo el 12% de los consultores aceptó que las investigaciones fuesen suficientemente pertinentes para las necesidades de la profesión. En forma similar, 92% de los consultores estuvieron de acuerdo en que el lenguaje y las matemáticas de los investigadores desalienta la lectura de los trabajos, y el 84% concordó en que en su mayor parte eran inaplicables a problemas prácticos. Como podría esperarse, el grupo de investigadores y educadores tenía una opinión mucho más alta de sus esfuerzos, aunque fueron bastante críticos. Si suponemos que casi toda la investigación revisada por estas personas era aplicada, es razonable concluir que en su mayor parte no era de gran valor.

INVESTIGACION ORIENTADA HACIA PROBLEMAS (IOP)

Habiendo sugerido cuatro categorías de investigaciones e intentado identificar una de ellas, la investigación aplicada, como una tarea apropiada de los departamentos de ingeniería, puede parecer difícil establecer la investigación orientada hacia problemas como una entidad bien definida. Esto es porque la IOP no es básica, o aplicada, o de pruebas, sino más bien destinada a resolver un problema particular, aunque de tipo genérico, y puede asimilarse a una de las cuatro categorías definidas anteriormente. Así, definiremos las investigaciones orientadas hacia problemas como una investigación de cualquier tipo en la que el investigador está guiado sólo por el deseo de encontrar una respuesta a un problema. Desgraciadamente, esto requiere una definición cuidadosa del problema, y a menudo el investigador universitario no está capacitado en estas materias, siendo esto especialmente cierto si su experiencia previa corresponde a investigación básica. Por otra parte, el investigador aplicado, especialmente si tiene buena preparación en las ciencias y una amplia experiencia, está bastante bien preparado para dedicarse a la IOP.

Puede ser útil examinar algunas tendencias recientes de la investigación en los Estados Unidos, para lograr una comprensión de la IOP. Antes que nada, es probablemente razonable estipular que la sin igual concesión de fondos a la investigación básica, que siguió en los Estados Unidos a la II Guerra Mundial, ha alcanzado su cúspide y está en declinación. Por muchas razones, a la vista del público el valor de la ciencia ha disminuido, y la tendencia es a una mayor pertinencia de la investigación. Una de las manifestaciones de este cambio es el Programa de Investigación Aplicada a las Necesidades Nacionales (Research Applied to National Needs – RANN) de la Fundación Nacional de las Ciencias (National Science Foundation – NSS). Para el año fiscal 1972 RANN representa un esfuerzo de \$50'000,000 de investigación orientada hacia problemas, organizado en tres divisiones funcionales: Recursos y Sistemas Ambientales, Sistemas Sociales y Recursos Humanos, y Aplicaciones Tecnológicas Avanzadas.

Será útil examinar el objetivo de la División de Recursos y Sistemas Ambientales. Le corresponde "la responsabilidad de dar apoyo a la investigación para proporcionar una mayor comprensión de cómo el país puede desarrollar en forma más efectiva su territorio y utilizar sus recursos naturales, mejorando al mismo tiempo la calidad del ambiente". Su presupuesto de \$27'000,000 para 1972 está destinado a:

- Investigaciones sobre modificaciones del clima
- Aplicación del análisis del "biome" (por ejemplo, sistemas ecológicos-ambientales de gran escala que incorporan factores socio-económicos y políticos)
- Investigaciones de Sistemas Ambientales Regionales (estudio de varias cuencas, incluyendo las del Lago Tahoe, la Bahía Chesapeake y el Valle del Tennessee)
- Aspectos ambientales de trazas de contaminantes

Parecería evidente que los problemas seleccionados para este programa de IOP ambiental son variados, generalmente amplios y con una fuerte orientación hacia los sistemas, y muy pobremente definidos. En realidad, excepto por las investigaciones sobre modificaciones del clima, (que es un "problema" con una tradición considerable) hasta aquí el principal problema parece ser más bien uno de definición que de solución. Podríamos concluir que mientras es oportuno que más investigaciones sean del tipo orientada hacia problemas, ésta no es una tarea fácil.

Otro ejemplo más pragmático de un esfuerzo para identificar las necesidades de investigación ambiental es el cuestionario recientemente distribuido por la Oficina de Investigación y Vigilancia de la Agencia de Protección Ambiental (descendiente evolucionaria de la antigua División de Suministro de Agua y Control de la Contaminación del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos). El cuestionario es un esfuerzo muy positivo para la necesaria definición de la IOP y ha sido enviado tanto a los usuarios como a los productores de la investigación. El formato del cuestionario es el siguiente:

- Título descriptivo
- Definir el problema específico que se resolverá
- ¿Cuál es la extensión e importancia del problema?
- ¿Qué forma de solución se necesita? (por ejemplo, manual de instrucción, informe de investigación, recursos para procesamiento o demostración)
- ¿Cómo será utilizada la solución y por quién?
- ¿Cuándo se necesita la solución y cuáles son las consideraciones, si las hay, de postergar esta materia?

Se podría señalar aquí la referencia a lo específico, a la importancia, y a la naturaleza y aplicación de la solución. Podríamos también señalar la preocupación por la prioridad u oportunidad. Mientras que este formato podría probablemente ser mejorado, representa un esfuerzo razonable para la identificación de las investigaciones orientadas hacia problemas. Por sobre todo, el énfasis está en el problema.

INVESTIGACION APLICADA ORIENTADA HACIA PROBLEMAS RELATIVA A PROBLEMAS AMBIENTALES

Habiendo imprudentemente intentado exponer la naturaleza de la investigación y su orientación a los problemas, no es difícil dar otro paso e intentar poner un ejemplo. El problema elegido es uno que está actualmente en estudio en el Laboratorio de Investigación de Ingeniería Sanitaria, comisionado por la Junta de Control de Recursos de Agua del Estado de California. En su sentido más amplio se refiere a la calidad del agua de la Bahía de San Francisco, su protección y acrecentamiento. Estudios anteriores han identificado la toxicidad como un contaminante principal de la Bahía. Los objetivos

específicos del presente estudio eran tres: 1) Desarrollar métodos más perceptivos y sensibles para medir la toxicidad. 2) Establecer el grado en que podría removerse la toxicidad mediante procesos tradicionales y avanzados de tratamiento de desechos. 3) Determinar hasta donde fuese posible la naturaleza de la toxicidad de los desechos municipales. El equipo de investigación incluyó a dos estudiantes de Doctorado, cuatro técnicos, y cuatro miembros de la Facultad — un químico, un biólogo y dos ingenieros.

No es posible describir todas las tareas y hallazgos de la investigación. Involucró estudios en plantas piloto y a escala mayor en cuatro comunidades representativas de la región. Se incluyeron también mediciones de terreno y de laboratorio requeridas por el desarrollo y ensayo de técnicas de análisis biológicos. Uno de los resultados ha sido establecer una unidad de crecimiento, por la cual pueden evaluarse las respuestas ante los tóxicos de comunidades biológicas desarrolladas naturalmente. Esta aproximación ecológica al control de los tóxicos sirvió para suplementar el ensayo biológico normal en los peces, al extender el nivel trófico de los organismos de prueba hasta los productores primarios, el fitoplancton, e incluso sus predadores. Otro resultado ha sido determinar hasta qué punto el tratamiento biológico y físico-químico remueve la toxicidad. Un tercer hallazgo especialmente importante, pero no inesperado, es la influencia de la cloración sobre las comunidades biológicas. Esto ha señalado a su vez un conflicto potencial entre los objetivos del tratamiento de desechos, el de proteger la salud del hombre mediante la desinfección y proteger la ecología de los estuarios evitando la descarga de tóxicos producida por el tratamiento.

El problema de la administración de aguas salobres rodeadas por áreas metropolitanas es extremadamente complejo, y nuestros estudios demasiado insuficientes para responder todas las preguntas. Sin embargo, creemos que el programa de investigación ha enfocado rigurosamente los temas principales y que algunas respuestas se han dado en forma oportuna. Este es un ejemplo de investigación aplicada orientada hacia problemas que involucró a estudiantes graduados, al nivel de Doctorado, y con resultados que tienen el potencial para su aplicación inmediata. El problema fue percibido por una agencia reguladora estatal financiada mediante impuestos, y es aceptado como problema por la prensa y el público. No fue fabricado por los investigadores.

La investigación requiere de dinero y en la mayoría de los casos la investigación ambiental es poco lucrativa. Al buscar apoyo el ingeniero sanitario investigador debe aceptar el hecho de que lo que él percibe como un problema (tal vez porque aquí es donde están sus intereses) puede no serlo en realidad para nadie más, o por lo menos no para nadie con los recursos para financiar los gastos. Lo que se debe señalar aquí es que el investigador orientado hacia los problemas debe aceptar en gran extensión que éste sea identificado por otros, y proporcionar finalmente respuestas aceptables para ellos. Este es exactamente el problema que enfrentan actualmente muchos investigadores

en Estados Unidos. La Agencia de Protección Ambiental puede preguntarnos qué es lo que nosotros creemos que se necesita investigar, pero ellos deciden cuáles de las necesidades de investigación van a ser dotadas de fondos.

CONCLUSION

La investigación orientada hacia problemas es investigación aplicada que enfrenta necesidades claramente evidentes. Mientras que éste no es el fuerte de los científicos básicos, o aun el del ingeniero—científico tradicional, en la opinión del autor es un tipo de investigación muy apropiado para el ingeniero sanitario. Exige separarse de la tradición académica y la aceptación del juicio de otros con respecto a lo que constituye un problema. Pero actualmente en los Estados Unidos esto es altamente pertinente y me pregunto si éste no será también el caso en la América Latina.

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO PARA INVESTIGADORES

Ing. Alfonso Zavala Cavassa, Director
Programa Académico de Ingeniería Sanitaria
Universidad Nacional de Ingeniería, Lima

Durante la realización del II Seminario Regional de Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en América Latina, convocado por la Organización Panamericana de la Salud y con la cooperación de la Universidad Central del Ecuador, en la ciudad de Quito, entre el 14 y el 19 de julio de 1968, al tratarse el Tema II – Investigación – se aprobó dentro de las recomendaciones del Seminario, y como conclusión 1a. del Tema, lo siguiente: *“Entendida la Investigación pura o aplicada como la búsqueda de conocimientos o procedimientos nuevos o mejorados, no es posible aprenderla sin llevarla a cabo, y es necesario, por lo tanto, propiciar las condiciones favorables para la adquisición de una metodología adecuada”*.

¿A qué metodología se refiere este acuerdo? Indudablemente, al aprendizaje de la metodología para realizar investigación, y como consecuencia, APRENDER A INVESTIGAR.

Si bien el título del tema sugiere que ya existe el investigador y que hay que mejorarlo o perfeccionarlo, y de otro lado también nos guía a pensar en la preparación del nuevo investigador por un proceso conveniente de adiestramiento, la circunstancia de que el título de este trabajo empiece con la palabra “Programa”, lo hace de hecho más ambicioso y de mayor alcance que las sugerencias o ideas que trataremos de presentar en esta Conferencia, las que están destinadas en esencia a ordenar dispersas proposiciones sobre la forma de preparar al estudiante, al docente y al profesional en la subyugante tarea de la investigación, y cómo es posible mejorar y ampliar los horizontes de aquéllos que ya realizan labores de investigación.

Antes de entrar de lleno en el tema, encuentro conveniente formular ciertos planteamientos en los que se basa este trabajo:

1. Se entiende la investigación científica fundamental y aplicada, como parte integrante del quehacer universitario; la primera, crea los hombres de ciencia del futuro e inculca en los estudiantes la actitud de búsqueda por la ciencia misma, mientras que la segunda, impulsa a mejorar lo actual con sentido científico práctico y con criterio flexible, inquisitivo y técnicamente competente, tratando de encontrar soluciones a problemas tradicionales o nuevos, en lo técnico y en lo económico.

2. Se reconoce que la Universidad, por su naturaleza y función está obligada a realizar investigación, pero que prolongando más allá su misión docente, tiene la responsabilidad de formar investigadores y estimular el mejoramiento y progreso de los

mismos, tratando de conducir al campo de la búsqueda, a los individuos, profesores y alumnos, que por su talento, espíritu e inclinación, muestran las necesarias condiciones para ello, proporcionándoles los medios adecuados y los recursos suficientes. Se ha dicho, y no sin razón, que "las instituciones de investigación — institutos, facultades universitarias, o cualesquiera otras entidades que no han sido centros importantes de producción de nuevos investigadores, generalmente acaban por volverse estériles", y en consecuencia, la única manera de asegurar la continuidad de la investigación es producir ininterrumpidamente la generación siguiente de investigadores. (9)

3. Si bien la enseñanza y la investigación constituyen actividades diferentes de un mismo proceso, sobre todo en los grados académicos más avanzados, reafirmando una necesaria interrelación entre ambos aspectos, se advierte que los planes de estudios universitarios, tal como se entiende los que conducen a la especialización profesional, deben estar acompañados de labores de fomento de la investigación, integrándose éstas al Plan de Estudios, ya sea como parte de la estructura curricular en los cursos de acento profesional, o como requerimiento de trabajos académicos para obtener el título profesional. Es mayor la trascendencia de este planteamiento, cuando por la investigación aplicada a los problemas técnico—económicos en nuestro campo de acción, se desarrollan soluciones prácticas que benefician al docente, al alumno, y contribuyen al progreso de los países.

4. Si bien la investigación constituye tarea fundamental de la Universidad, asociada a la enseñanza y a la proyección social, no se puede pretender que sólo la Universidad realice investigación. La participación de Institutos, Consejos y Centros de Investigación (sean éstos de origen público o privado) en la búsqueda de soluciones técnico—económicas a nuestros problemas y aun en la investigación fundamental, es conveniente, y debe propiciarse. Por razones de orden político, económico y de organización, o simplemente por dispositivos legales—administrativos, muchas universidades latinoamericanas ven reducidas grandemente sus expectativas de realizar trabajos de investigación pura y aplicada en escala conveniente; si a esto sumamos la mentalidad tradicionalista y los prejuicios de connotados educadores (administradores) universitarios, se configura la excelencia de los institutos y centros de investigación de variado grado de autonomía, que pueden estar (y generalmente lo están) relacionados con la Universidad, pero que esencialmente justifican su existencia y su razón de ser por los magníficos resultados que han obtenido en sus labores de búsqueda puramente científica y de aplicación práctica.

5. Si bien un investigador puede trabajar aisladamente en su búsqueda de carácter muy específico, la ciencia no puede ser independizada y sustraída en el aislamiento, puesto que ésta es universal. De igual modo la investigación como actividad y los individuos que la ejecutan deben ser de mutuo conocimiento, estableciéndose vínculos de comunicación, de saber qué están haciendo otros, no solamente para evitar costosas duplicaciones (que pueden en determinados casos ser admisibles), sino para despertar nuevas ideas, para enjuiciar con criterio científico crítico otros hallazgos, y diseminar

la metodología particular, estimulándose la eficiencia de trabajos nuevos y actuales. Es por ello innegable el fruto que producen en el campo de la investigación la eficaz información, el ponerse en contacto y el distribuir a personas e instituciones que investigan en áreas genéricas similares, los hallazgos y resultados que se obtengan.

6. En el proceso de revolución o cambio que afecta a las sociedades y a las naciones, juega un rol preponderante la Universidad, y puede afirmarse que una nación con un sistema universitario tradicionalista y a quien interesa sólo la verdad revelada, no puede enfrentar con posibilidades de éxito la solución de sus problemas particulares, sean éstos de carácter local, regional o nacional; por ello afirmamos que debe propiciarse en el joven estudiante y en el maestro universitario la inquietud por el cambio, con un criterio científico en la búsqueda de modo que las soluciones nacionales obedezcan a hallazgos encontrados siguiendo una apropiada metodología de investigación fundamental y aplicada, fruto de una mentalidad no conformista, escéptica y con espíritu de cambio, a través de hombres técnicamente capacitados.

EL ESTUDIANTE COMO INVESTIGADOR

Una característica esencial y propia de la juventud, es la de buscar respuesta a numerosos interrogantes que se plantean como fruto del conocimiento adquirido y revelado, tanto en experiencias propias como el que le proporcionan en la Universidad los docentes e instructores, y sus propios compañeros; lo vemos a menudo en las actitudes revolucionarias, de rebelión y de desaffío, cuando esos interrogantes, sean de tipo político, o social, o en sus relaciones personales, no obtienen respuestas satisfactorias a la idea preconcebida de la respuesta que espera encontrar, o cuando capacitados y prevenidos líderes estimulan su actitud desafiante guiándola a la violencia con respuestas orientadas política o demagógicamente.

¿Qué sucede si en el joven estudiante universitario, orientamos esta poderosa fuerza de búsqueda, a la ciencia? Me atrevo a contestar que estaremos creando un investigador en potencia, y con mejores resultados para el estudiante, la Universidad, y más aún, para el país, si extendemos esta actitud científica a la solución de problemas nacionales, en el campo de la Ingeniería Sanitaria.

Es evidente poder determinar en la etapa de estudios de pre-grado, la inclinación de los jóvenes hacia la investigación y su interés en la ciencia, aptitudes que se remarcen en los últimos ciclos de esta etapa, cuando la atención en los cursos de especialización se va detallando, de acuerdo al currículum de estudios, y el acento o énfasis en los conocimientos pre-profesionales que ha elegido el estudiante, lo que puede ya orientarlo hacia el campo del perfeccionamiento.

Por lo tanto, es desde este momento que se inicia la preparación del futuro investigador, cuando el maestro universitario descubre entre sus alumnos, los que han de prolongar y mejorar su acción magisterial, guiándolos hacia la realización de estudios

más avanzados que permitirán forjar al maestro y al investigador. Tal como lo hemos manifestado en el punto 2 de nuestros planteamientos básicos, la tarea de formar investigadores, es una **responsabilidad** de la Universidad, y si no tiene los medios suficientes para propender a la evolución científica y tecnológica del estudiante, hacia el aprendizaje de la metodología de la investigación y la realización de la misma, sigue vigente su **responsabilidad** de buscar los recursos que permitan sus estudios de perfeccionamiento en centros más avanzados donde se cuente con maestros y tradición investigadora, para así preparar al futuro profesor universitario que pueda transmitir conocimientos, inquietudes y metodología de búsqueda. Sólo así es posible que nuestros centros de estudios superiores, por el efecto multiplicador de sus docentes mejor preparados, puedan "enseñar a investigar", iniciándose así una escuela de "tradición investigadora", que a su debido tiempo irá produciendo futuras generaciones de investigadores, lo que dará como consecuencia el fruto del establecimiento de las etapas de estudios de perfeccionamiento al más alto grado, tales como los que conducen a los grados académicos del "magister" y "doctorado", puesto que (9) "la enseñanza y la investigación en los grados avanzados son aspectos diferentes de un mismo proceso".

Brown (4), al referirse a la incursión del estudiante universitario en la investigación, manifiesta: "Debe resultar para todos manifiesto que si la investigación se va a efectuar en una universidad o departamento, **los estudiantes deben de participar en ella**. Los estudiantes pueden parecer ineptos en sus primeros esfuerzos, y la previsión de una adecuada guía puede requerir una porción apreciable del tiempo del profesor. No obstante, el profesor debe voluntariamente, dar su tiempo, y los administradores académicos deben reconocer el significado de su contribución en este campo, y ofrecerle el estímulo adecuado. **No hay forma de adiestrar a una persona en la investigación excepto permitiéndole que investigue**".

En resumen, constituye el estudiante de ingeniería sanitaria, al margen del grado académico o profesional por el que esté trabajando, la materia prima para producir selectos docentes, profesores que con espíritu de búsqueda marquen un derrotero para futuras generaciones de estudiantes—investigadores, con una metodología clara del aprendizaje, que lo prepare no solamente a plantear los problemas que va a encontrar en el futuro, sino que conozca, como fruto de su búsqueda, la solución de las interrogantes tecnológicas del mañana. En consecuencia, no habrá investigador mejor adiestrado para esa labor que aquél, consciente de los problemas que afectan a nuestro medio ambiente, no solamente los plantea como resultado de un estudio o de la verdad revelada y transmitida, sino que se dedica a la búsqueda, desde sus años en la universidad como estudiante, de la solución que aquellos interrogantes sugieren.

ADIESTRAMIENTO DEL INVESTIGADOR

Hubiera sido admisible, luego de lo comentado anteriormente, que tratáramos aquí del docente como investigador y sobre su perfeccionamiento, circunscribiendo

esta actividad solamente a la Universidad, buscando lograr el más alto grado de calidad de enseñanza, y al mismo tiempo, la incursión del docente con la mejor eficiencia en la investigación pura y aplicada. Sin embargo, hemos establecido en nuestro punto 4 de bases, que "no se puede pretender que sólo la Universidad realice investigación", no obstante que ésta, es una de las razones de ser de la Universidad y que en ella se llevan a cabo en muy variados campos, incluyendo el de la Ingeniería y Ciencias del Ambiente, importantes trabajos de búsqueda. Por ello, al referirnos al adiestramiento del Investigador, nos hemos de dirigir, además del profesor universitario, a todas las instituciones (Oficina del Estado, Institutos, Centros, Consejos, etc.) que dedican personal, tiempo y recursos económicos, a la investigación en el campo de trabajo del Saneamiento Ambiental. A propósito, conviene aquí mencionar el alcance que se está dando en los Estados Unidos de América al término "ingeniería sanitaria", que se aplica solamente a la administración y control de la calidad del agua (1), tal como lo indica la "Asociación Americana de Profesores en Ingeniería Sanitaria", quienes en 1967 (2) definen el término "INGENIERIA DEL AMBIENTE" como: "La rama de la ingeniería que involucra la aplicación de principios científicos a la prevención, control y administración de los factores ambientales que pueden influenciar la salud física y emocional del hombre, y su bienestar". Es así como la EEIB (Environmental Engineering Intersociety Board) clasifica a la Ingeniería del Ambiente, en cuatro campos o especialidades: (a) Ingeniería Sanitaria, que comprende Ingeniería de la Administración de la Calidad del Agua e Ingeniería de Residuos Sólidos; (b) Ingeniería de Higiene Industrial; (c) Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire; y (d) Ingeniería del Control de Radiaciones y Peligros de la Radiación.

En consecuencia, y al margen de lo que nuestros países decidan adoptar en lo que al campo de la Ingeniería Sanitaria se refiere, la complejidad de los factores que deterioran el ambiente y la creciente necesidad de mejores y más económicas técnicas para repararlo, han ido ampliando y acrecentando los problemas que a diario encuentra el Ingeniero Sanitario, obligándonos a la especialización dentro del Saneamiento del Ambiente, lo que se refleja en la revisión de los currícula de estudios del ingeniero sanitario, en la adopción del sistema de "canales" o "acentos" de especialidad, en la tendencia a ir al estudio de "post-grado" cada vez más avanzado, y sobre todo, en el planteamiento de un progresivo mayor número de interrogantes que requieren de la concurrencia de otras profesiones para formar un verdadero equipo multidisciplinario con químicos, biólogos, estadísticos, físicos, oceanógrafos, médicos, etc., además del tradicional ingeniero sanitario, quienes trabajando coherentemente, realizarán los proyectos de investigación que han de encontrar una respuesta a las interrogantes de que hablábamos.

Bajo este enfoque, y dado el tema que estamos tratando, si queremos ser honestos con nosotros mismos, tenemos que aceptar en primer lugar que no puede existir el experto en saneamiento ambiental, investigador múltiple, que hoy encuentra una respuesta a un complejo problema de la contaminación de un curso de agua como parte de un sistema hidrológico, y mañana dirige un proyecto de investigación de contaminación del aire por residuos industriales determinados, y que por lo tanto, en un programa

de adiestramiento para investigadores deberá identificarse y fijar claramente bajo un nombre propio y un campo o especialidad a cada una de las personas que van a participar en él, sin exagerar indebidamente esta orientación, para no minimizar el área de la actividad. Conviene entonces ponernos de acuerdo, en primer lugar, sobre los campos o especialidades que creemos abarca la (nuestra) Ingeniería Sanitaria, la posibilidad tecno—económica de organizar los trabajos de investigación y de enseñanza bajo esas denominaciones y la participación multidisciplinaria (especialmente químicos y biólogos), no solamente en los aspectos específicos de estas profesiones, sino en la preparación de ellos en el campo del Saneamiento del Ambiente, lo que lleva a contar con químicos o biólogos de preparación básica, a la par que con ingenieros sanitarios, en proyectos específicos de investigación que a la larga crearán escuela y tradición de tal.

Las ideas que acabamos de exponer, son de utilidad para poder expresar la investigación en Ingeniería Sanitaria con criterio coordinado, en campos genéricos similares, y en consecuencia para poder ordenar un plan de adiestramiento de investigadores siguiendo un esquema general de áreas de actividad parecidas o iguales. Esto que podríamos llamar una "normalización" de especialidades en el amplio campo del Saneamiento, será de gran provecho al seleccionar el centro de investigación, universidad o instituto donde pensemos enviar a un investigador con inquietudes o intereses determinados en áreas genéricas específicas.

PLANTEAMIENTO DE PROGRAMAS

Decíamos al comienzo de este artículo, (5) que uno de los acuerdos más importantes de la Reunión de Quito (1968) sobre Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en América Latina, es el que expresa entre otras ideas, que "no es posible aprender la investigación sin llevarla a cabo" y que se debe "propiciar las condiciones favorables para la adquisición de una **metodología** adecuada": a juicio nuestro aquí está encerrado el planteamiento fundamental del tema que tratamos y que resumimos en dos puntos.

1. Como seres imperfectos, pero dotados de razón y capacidad de aprender, y en nuestro caso además poseedores de ciertos conocimientos esenciales del Saneamiento Ambiental, para aprender a investigar es necesario efectuar investigación, con un espíritu "inquisitivo, libre, desafiante, cuantitativo, experimental". (9)

2. Deben existir condiciones que favorezcan la adquisición o el aprendizaje de una **metodología** de la investigación, es decir aplicar la "ciencia del método" a la investigación.

Resumiendo, estos dos puntos fundamentales están íntimamente ligados, puesto que desde la investigación más simple de realizar es necesario seguir una técnica o procedimiento que ordene la búsqueda, que puede ser consecuencia de la libre iniciativa del sujeto, o de la observación y estudio de métodos empleados por otros investigadores.

En consecuencia, es posible plantear una serie de recomendaciones que nos conduzcan a formar investigadores y luego a conservarlos y mejorarlos, para lo cual se propone:

a. Tal como se expresó al tratar del estudiante como investigador, éste constituye la "materia prima" para producir investigadores y por lo tanto, en la Universidad y durante su permanencia en ella se le estimulará a intervenir en proyectos de investigación, asociado con algún profesor, con otros estudiantes o solo, ya sea como una exigencia curricular o como un requisito para graduarse. Se reconoce, sin embargo, que los estudios de "post-grado" favorecen la creación de una condición más favorable para la búsqueda, y con mayor razón aún cuando ésta es requisito indispensable para obtener un título académico de perfeccionamiento.

Para que el estudiante universitario tome el camino de la investigación, necesita de profesores capacitados y dedicados a esta actividad como parte inherente a su misión de enseñar, que signifiquen un ejemplo a seguir y que despierten en sus alumnos la inquietud por la búsqueda. Ya hemos establecido que el estudiante es mucho más capaz de realizar sorprendentes aportes de investigación, de lo que cabría suponer, pero necesita para ello de un guía preparado y hasta sacrificado.

b. Es incuestionable, el efecto saludable sobre institutos y centros de investigación, sean o no universitarios, que se deriva de enviar a instituciones docente-investigadoras, el personal que posee perspectivas de aumentar sus conocimientos con cursos avanzados de post-grado, tal como es posible seguir en numerosas Universidades de América y Europa. Los resultados serán tanto más satisfactorios cuanto más entusiasta y dedicado sea el posible participante, siendo un factor poderoso en la "formación de escuela investigadora", la juventud del candidato a Master (Magister) o Doctorado.

En efecto, no obstante de que sostenemos el principio de que para realizar investigación no es necesario ostentar pomposos títulos, no es menos cierto que numerosos centros universitarios, de Estados Unidos de América y de Europa, así como de la América Latina, con brillante tradición de investigación, ofrecen estudios de post-grado, sobre todo los conducentes al grado académico de **Doctor en Filosofía**, que exigen, no solamente la presentación de un trabajo de investigación original, sino el seguimiento de una adecuada metodología, **supervisada** por maestros de indudable experiencia y dedicación, todo lo cual concurre a proporcionar una vigorosa renovación a quien ya se ha iniciado en labores de búsqueda, o un aprendizaje metódico y ordenado para los más jóvenes, quienes de vuelta a sus países de origen llevan consigo, además de un grado académico, la "ciencia del método" para investigar. Evidentemente, quien más puede aprovechar de este doble efecto (enseñanza e investigación), es la Universidad por las siguientes razones:

1. La especialización que conlleva la obtención de un grado académico alto, proporciona, en determinado campo genérico, profesores de la mayor calificación, capaces de transmitir conocimientos y crear en sus países de origen mejores y más profundos

estudios de perfeccionamiento, trasladando tecnología de un mayor valor o resultados novedosos de estudios avanzados, para incidir en la formación local de futuros "magisters" y "doctores", con un sentido de trabajo científico que constituye objetivamente, avance y mejora de la enseñanza.

2. No debemos olvidar, que no se trata solamente de impulsar investigación sino de **formar** investigadores, y nada mejor para ello que el docente de alta escuela, que hace de la enseñanza e investigación, "distintas actividades de un mismo proceso", y que trasmite a sus alumnos las técnicas fundamentales, para encausar hacia la "búsqueda" a profesores y alumnos, labor fácil de realizar en la Universidad por su naturaleza y función.

c. Hemos establecido que la investigación en el campo del Saneamiento del Medio (¿Ciencia del Ambiente?) tiene lugar, además de las Universidades, en institutos y centros de investigación de origen público, privado, mixto o en cooperación con la Universidad, tal como es dable observar en el Brasil, E.U.A., Méjico, y otros países de América Latina. Creemos recomendable incluir en el programa de adiestramiento para investigadores, una vez determinados estos centros universitarios y extra-universitarios, el envío de profesionales de la ingeniería sanitaria a **trabajar** en proyectos específicos de investigación, que resulten de interés para el país que envía el participante, de modo que la adquisición de la metodología investigadora, provenga de centros con experiencia y tradición en la búsqueda, y de la oportunidad de participar con el trabajo directo en proyectos de investigación específicos en áreas genéricas de interés para el participante y la entidad que lo envía.

d. Se recomienda propiciar la visita a Universidades y Centros de Investigación, con proyectos activos de trabajo y labores de búsqueda en el campo del saneamiento del medio. Esta visita debe entrañar la acuciosa y hasta impertinente interrogación del participante a los investigadores, a fin de conocer **lo que se hace** con el mayor detalle posible y **cómo se hace** con sentido de método, así como los posibles resultados que se espera obtener, dentro del objeto de la investigación.

El investigador activo o en ciernes que se pretende enviar a diversos centros de investigación, debe ser el primer convencido del **propósito** de su visita; no va a **hacer** investigación, sino a aprender como se desarrolla ésta, en qué campos y con qué recursos e intensidad, sin el propósito de hacer comparaciones desalentadoras de la magnitud de recursos en los lugares visitados y el desarrollo tecnológico y científico obtenido, pero con la idea clara y preconcebida de estudiar la metodología empleada, interesarse en el o los campos más factibles de intervenir en su propio país con los recursos que se dispongan o que se puedan obtener, sobreponiéndose al impacto en cierto modo negativo que produce en el visitante, observar técnicas y procedimientos ricamente financiados, bajo la dirección de connotados maestros, que le hace establecer involuntariamente, pesimistas patrones de comparación. Es importante elegir con cuidado los centros de investigación a visitarse, de modo que estos resulten del mayor interés posible del participante de

manera a observar proyectos que despierten su curiosidad científica por encontrarse en su propio campo de trabajo actual o potencial o que lo estimulen a realizar vigorosos esfuerzos por mejorar y ampliar su área de investigación.

e. Encontramos de enorme trascendencia en la formación de investigadores, iniciar con proyectos, aunque sea de los más pequeños, la tarea de la búsqueda, por pequeños e intrascendentes que éstos puedan parecer; hemos dicho, y lo repetimos, que investigar no es solamente asunto de recursos económicos en grande, sino esencialmente el **interés** por la búsqueda, y puede bastar una sola persona con suficiente acuciosidad científica para empezar un proyecto de investigación, que dé origen a otros, y sobre todo despierte el interés de maestros y alumnos para ampliar y afianzar estas actividades, ya sea como parte del quehacer universitario, como una iniciativa personal, o como una respuesta a necesidades planteadas en el terreno científico-práctico por entidades del sector público y privado. Creemos que es así como puede iniciarse también una tradición de investigación que luego se transforme en un Instituto o Centro de búsqueda científica, pura y aplicada, que a su vez sirva de escuela de aprendizaje de metodología y práctica de la investigación a estudiantes y profesionales jóvenes.

f. En el punto 5 del planteamiento de bases, hemos señalado la trascendencia que tiene para el éxito de los programas de investigación, la comunicación y "el ponerse en contacto" entre investigadores que laboran en el campo de saneamiento del medio, y encontramos que un ventajoso método de mejorar la calidad y metodología de la investigación es vincular a las instituciones que la realizan y a los hombres responsables por su ejecución, estableciéndose un intercambio productivo y eficaz de los métodos empleados en la búsqueda y de los hallazgos correspondientes. Para hacer efectiva esta comunicación es recomendable: 1) Mayor circulación de información científica a nivel internacional entre las naciones de las Américas y de otros continentes, a través de las universidades e instituciones que realizan investigación en el campo del saneamiento del medio, debiendo normalizarse esta información en cuanto al objetivo de la búsqueda, la metodología empleada, el desarrollo de los trabajos y los hallazgos de la investigación. 2) Establecimiento de bibliotecas especializadas en ingeniería sanitaria, que comprenda libros y revistas científicas, *elementos esenciales en todo centro e institución que se dedique a la investigación*, ya que es por medio del material de estudio y lectura, que se forma y se mejora la calidad de la investigación, se aporta nuevas ideas, métodos renovadores y se difunde la información científica.

Sobre este particular sería muy conveniente la organización de un centro de informaciones con un boletín periódico informativo sobre el desarrollo de proyectos de investigación en las Américas y otras partes del mundo, en nuestra área de actividad, sugiriéndose que la Organización Panamericana de la Salud, por medio del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, se establezca como nexo, receptor y distribuidor de la información científica recogida.

BIBLIOGRAFIA

1. **"An Evaluation of Sanitary Engineering Education"** – W.K. Kaufman and E.J. Middlebrooks. Education Resources Committee of the American Association of Professors in Sanitary Engineering. January 1970.
2. **"Report on the Second National Conference on Environmental and Sanitary Engineering Graduate Education"** – Environmental Engineering Intersociety Board and American Association of Professors in Sanitary Engineering. August 1967.
3. **"Sanitary Engineering Education in Peru"** – Daniel A. Okun, Head, Department of Sanitary Engineering, School of Public Health, University of North Carolina. May 1958.
4. **"Estado Actual de la Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en Latinoamérica"** – Prof. James C. Brown. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Vol. LXV, No. 6. Diciembre 1968.
5. **"II Seminario Regional de Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria"** – Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Vol. LXV, No. 6. Diciembre 1968.
6. **"Seminario sobre Enseñanza de Ingeniería Sanitaria en América Latina"** – Publicaciones Científicas No. 76. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Mayo 1963.
7. **"La Enseñanza de la Higiene del Medio a los Ingenieros"** – Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de Informes Técnicos No. 376. Organización Mundial de la Salud. Ginebra 1967.
8. **"Enseñanza y Formación del Personal Sanitario"** – Crónica de la OMS. Vol. 24, No. 10. Octubre 1970.
9. **"Política de la Investigación Científica en la América Latina"** – Fundamentos, Estructuras y Procedimientos. Publicación Científica No. 119. OPS/OMS. Washington, D.C., E.U.A. Agosto 1965.
10. Trabajo de Augusto Navarro P. Febrero de 1967. (Inédito). Informe sobre la preparación de un manual en operaciones sobre proyectos de investigación en ingeniería sanitaria para programas de educación, adiestramiento e investigación.
11. **"La Investigación como Actividad Fundamental en las Escuelas de Ingeniería Sanitaria"** – Joseph M. Pettit, Escuela de Ingeniería, Universidad de Stanford. Seminario Regional de Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en América Latina. Doc. No. 5. Quito, Ecuador. Julio 14–19, 1968.
12. **"Problemas relativos al Establecimiento de Actividades de Investigación en las Universidades Latinoamericanas"** – Isaac Faiguenbaum. Universidad de Chile. Seminario Regional de Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en América Latina. Doc. No. 6. Quito, Ecuador. Julio 14–19.

INFLUENCE OF RESEARCH ON COST OF ENGINEERING PROJECTS

Prof. George J. Schroepfer
University of Minnesota

A. INTRODUCTION

In the sanitary engineering field, perhaps even more so than in other areas of endeavor, there are many avenues of research and investigation which can have a profound effect on the costs of providing the desired facilities or on the quality of the outcome of the activities. Many alternative solutions are available or can be devised related to concepts, processes, materials and equipment.

This opens up a broad vista and creates many very interesting opportunities for research and investigation, the cost of which in many cases is only a very small fraction of the savings in capital and annual costs which can be realized. This is particularly important in Latin America where the needs are great and funds in many cases are scant.

In this paper, the term "research" is considered in its broadest meaning from basic studies to applied investigation and testing.

B. EFFECT ON WATER POLLUTION CONTROL PROJECTS

1. **Research and Investigation on Water Quality Criteria of Receiving Waters in Relation to Use**

The decision of regulatory agencies on water quality standards to be met, affects to a great extent the consideration of alternate projects to arrive at the best solution to a particular pollution control problem. This applies more specifically to the dissolved oxygen requirement which has a very marked effect on the necessary degree of treatment and therefore on the costs of abatement facilities to permit of the desired beneficial uses. Local conditions in the various countries should be of prime consideration in the selection of quality criteria.

2. **Determination of the Assimilative Capacity of Receiving Waters**

The investigation of the very many factors which affect the ability of a watercourse to receive effluents without serious deterioration or effect on use, is extremely important from an economic standpoint. As an illustration for the Mississippi River, an increase

in the degree of treatment at Minneapolis and Saint Paul from 75% to 90% (in BOD removal) resulted in a cost estimate increase from \$23,000,000 to \$39,000,000 respectively or \$16,000,000 based on the 1962 cost level. Under present costs this value would be almost double or approximately \$30,000,000.

a. **Low Flow Augmentation**

Since treatment works are usually provided for low discharge conditions, the augmentation of these flows even by relatively small amounts can appreciably reduce the peak degree of treatment necessary as well as the percent of time that this treatment is required, to maintain the same minimum standard at very significant savings in construction and annual operation and maintenance costs. See Figure 1.

b. **Aeration in Streams**

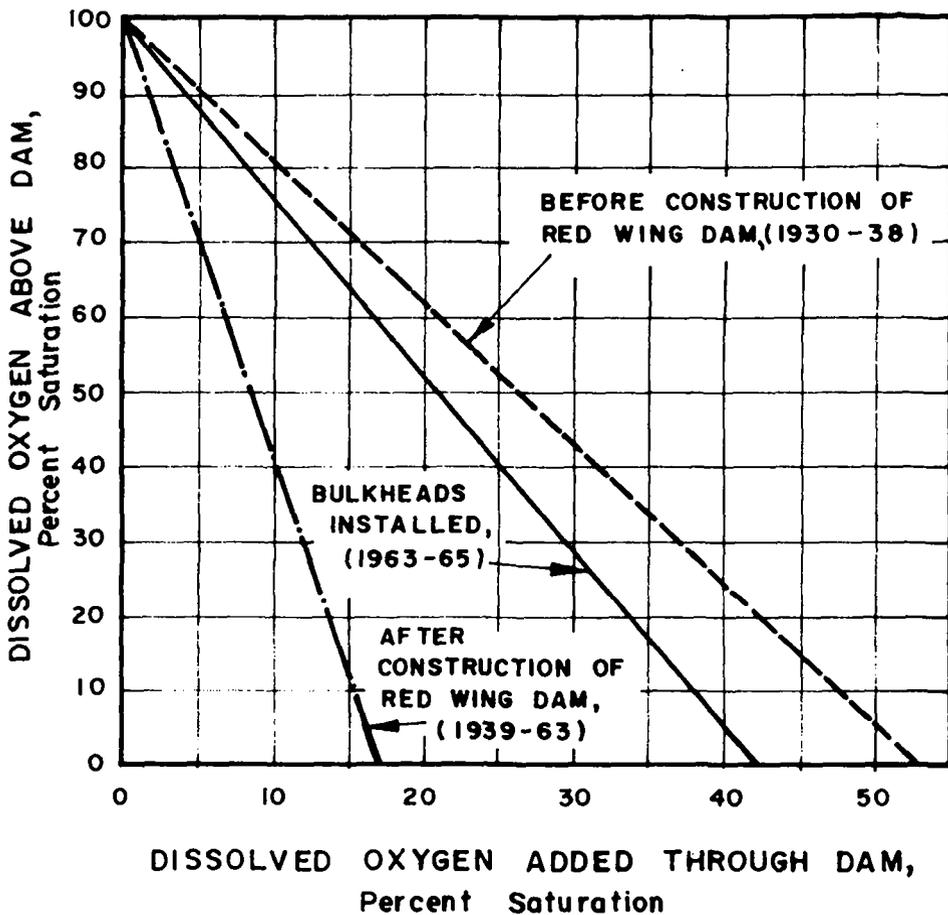
Where dissolved oxygen is the determinant in the degree of treatment it is almost always more economical to aerate a stream than to maintain the same standard by removing BOD by treatment. Aeration at underflow and overflow dams and at hydro-electric power plants (by air bleeding) can add as much as 3 to 5 mg/l of dissolved oxygen. See Figure 2. Mechanical and diffused aeration devices can be located at critical points in a stream to maintain desired dissolved oxygen levels much more economically than treatment. In the Mississippi River below Saint Paul the capital cost of maintaining the same dissolved oxygen levels by treatment as compared to mechanical stream aeration was estimated to be \$8,130,000 and \$1,260,000 respectively. In this situation, officials decided against stream aeration. On a very comparable situation on the Ruhr River in West Germany aeration was adopted about the same time.

c. **Reducing Effects of Thermal Additions**

Because of the adverse effects of increased water temperature on deoxygenation and reaeration, the simple expedient of locating a steam power plant at a more advantageous point as far as the dissolved oxygen sag curve is concerned, can reduce the degree of treatment requirements or alternatively improve the water quality.

3. Reducing Costs of Sewage Treatment Facilities

A program of research and testing can materially affect the cost of treatment facilities by "firming-up" design parameters and otherwise to give officials a solid basis for decision making.



AERATION AT 20°C WATER TEMPERATURE

FIG. 1 - EFFECT OF INSTALLATION OF OVERFLOW BULKHEADS ON RESTORATION OF AERATION EFFICIENCY

Projects A, 1980 Estimated Pollution Load.
Hastings Pool (9 ft. Channel)

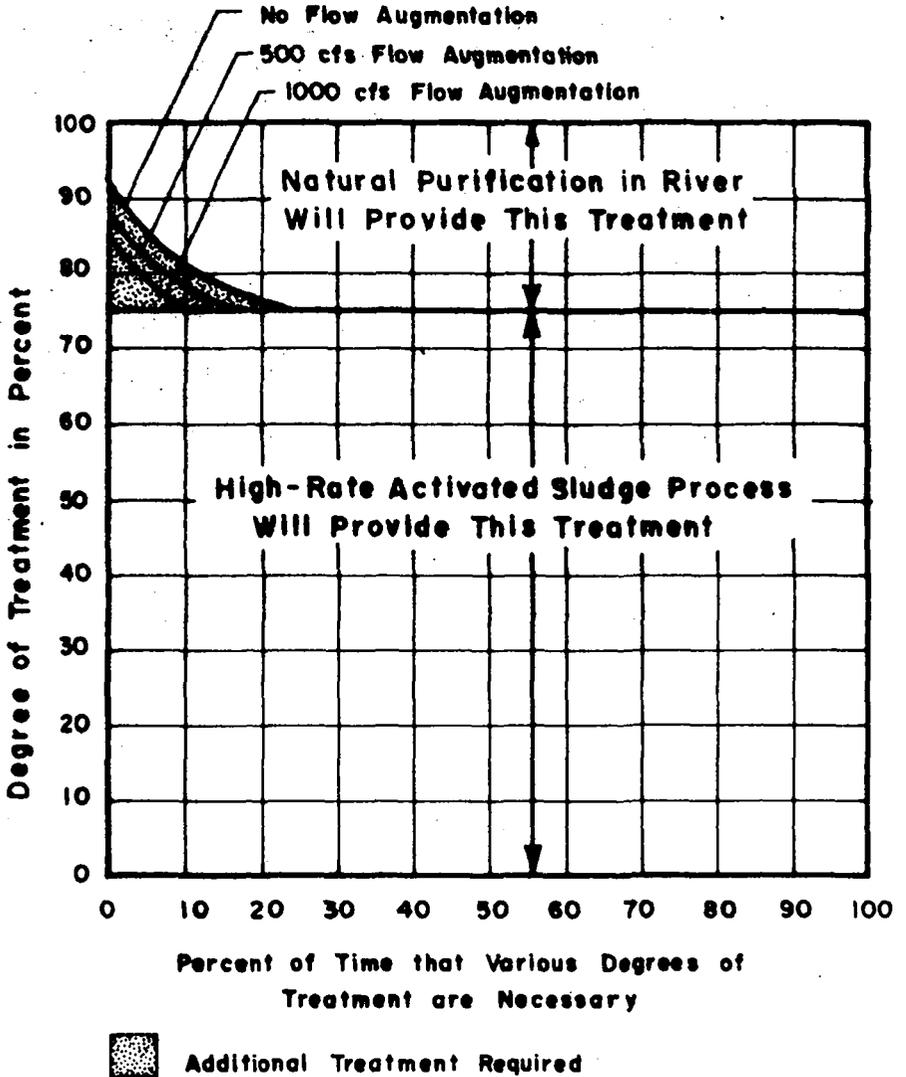


FIG. 2 - DURATION OF DEGREES OF TREATMENT IN EXCESS OF
75 PERCENT - August, 1980

a. Minneapolis — Saint Paul Sanitary District

An interesting case history on the Minneapolis — Saint Paul metropolitan area project is made possible by the results of a cooperative research project with the University of Minnesota. The original facilities consisting of primary treatment augmented by chemical additions were placed in operation in 1938. The investigative program during the early years was concerned with river studies and improvements in plant performance and economy. In 1956 when an expansion in treatment plant facilities, both as to capacity and degree of treatment was foreseen, a five year cooperative research agreement was entered into between the District and the University of Minnesota Division of Sanitary Engineering. The program of research and testing included principally (a) the study of deoxygenation and reaeration behavior in an 80 mile stretch of the Mississippi River on which 30 consecutive years of data were available, enhancing water quality by aeration at dams, and mechanical aeration in critical river stretches, etc. and (b) pilot and demonstration scale plant tests on treatment and sludge disposal processes. This latter program included tests of many variations of the activated sludge process in a plant of 3.6 million gallons per day (30,000 population) capacity by treating a portion of the Sanitary District raw sewage, and (c) a number of other research projects related in various ways to the above having to do with the effect of various factors on deoxygenation and enhancement of BOD removals.

In the design of the enlarged facilities, two major U. S. consulting firms concerned with different aspects of the problem stated that approximately \$6,500,000 had been saved by being able to "sharpen-up" design parameters and reduce "factors of safety" because of the availability of data on large scale performance tests on the actual waste water to be treated. The expansion program actually cost \$27,000,000. The cost of the research program was approximately \$160,000. An estimated saving of approximately 25% was effected by an expenditure for research of less than .6 of 1%. It is recognized that not all of the \$6,500,000 reduction in costs resulted in a net saving because of inflationary aspects and the fact that "over-design" would make provision for the future. But in situations where money for a particular program is in short supply, such as in Latin America, it is extremely important that the available funds be distributed and expended where they are most needed.

The value of a cooperative research program such as described is indicated by the fact that the Minneapolis-Saint Paul Sanitary District has renewed the original agreement annually for 10 years and in 1971 is still operative.

b. The Metropolitan Sanitary District of Greater Chicago

Because of the massive pollution control program confronting it, this District has been a leader in the past 50 years in carrying on research and testing programs designed to improve water quality, waste water treatment, and solids disposal. The many reports and technical papers by Langdon Pearse, Floyd Mohlman, and others in the period

1910–1940 are classics in the development of the art and science in this field. The early work was associated with pilot and large scale demonstration plant testing of sewage and industrial waste treatment. The contributions affected the design of many water systems in the United States.

More recently (in the last decade) this Metro–Area has, through its research and testing program, made significant contributions in its cooperative investigations on sewage solids disposal, advanced (auxiliary) treatment processes, and problems and solutions associated with combined and stormwater sewer overflow situations. Many other contributions could be mentioned.

c. Other Metro–Areas

In a similar manner, other metro–areas through their engineering directors have contributed and have affected the design of waste water works in the United States. The accomplishments of A. M. Rawn and John Parkhurst of Los Angeles, of Ray Leary of Milwaukee, of Edward Cleary of Cincinnati, of Edward Gould and W. J. Torpey of New York have been recorded in the literature. At the District of Columbia the recent work of Messrs. N. Jackson and P. Freese should be recorded.

4. Other Areas of Research and Investigation

In addition to the possibilities referred to previously, a number of others are worthy of consideration, among which the following are suggested.

- a. Methods of sewage solids disposal.
- b. Materials of construction, and equipment and processes for sewerage systems and treatment plants.
- c. Methods of improving operation and maintenance and of reducing costs.

C. CITY OF MINNEAPOLIS WATER TREATMENT PLANT

Beginning in 1959 when it became apparent that greater production capacity was required, and a new method of solids disposal would have to be developed, the City of Minneapolis began a research program both cooperatively with the University of Minnesota and with its own staff. This work was divided into two major parts:

1. Increasing Filter Capacity

The 20 existing filters at the Fridley filter plant had a total capacity of 90 MGD and were of the conventional sand media type operated at a rate of 2 gallons per square

foot per minute. Initially a laboratory scale filter was constructed in 1963 and operated at varying rates with multi-media of different types. Encouraged by the results, one full scale filter (35 feet by 40 feet) was converted in 1967, with the approval of the Minnesota Department of Health, to a dual media (anthracite and sand) unit and operated at rates up to 4 gpm per sq. ft. (the hydraulic capacity of the main plant). After a satisfactory period of operation, approval was given to convert a total of 10 filters for operation at a rate of 4 gallons and the use of a polyelectrolyte. This work was completed in 1968 and the capacity of the plant was increased from 90 to 135 MGD, with the possibility of converting the additional 10 filters for a further increase to 180 MGD when existing general plant hydraulic "bottlenecks" are eliminated.

The cost of this conversion, justified by pilot and full-scale demonstration tests, as compared to enlargement by conventional design, are interesting. As reported by the City of Minnesota Water Department, the cost of the original pilot scale research was approximately \$10,000. That on the full scale tests of one filter was a similar amount (exclusive of sampling and analysis). The total construction costs of conversion (increasing capacity of 10 filters from 45 to 90 MGD) was \$410,000. The estimate to provide such capacity by additional conventional filters was \$1,800,000. An expenditure of \$20,000 (less that 1.5%) for research and testing, enabled a cost reduction of \$1,390,000. While similar work elsewhere originally encouraged the local engineers to embark on this program, were it not for the research and tests over a period of time on the particular water characteristics of concern, acceptance by local health officials of the improved design would have been difficult of achievement.

2. Solids Recovery and Disposal

A cooperative research program was undertaken in 1959 between the University of Minnesota and the City of Minneapolis water department leading to a method of disposal of the solids resulting from softening, coagulation, and filtration and of possible recovery by calcination of the 160 dry tons per day of softening tank sludge expected to be produced in 1985. The experimental pilot plant work was continued by the City and in 1971 when faced with the requirement of treating the sludge streams to a suspended solids content of 50 mg/l before discharge to the Mississippi River, the City let contracts in the total amount of \$2,500,000 to dewater the solids. Because contracts for solids recovery have not as yet been awarded it is impossible to present data on savings effected at this writing. The important point is that the availability of the research data made it possible when faced with an immediate decision, to employ realistic design parameters which reduced the likelihood of waste if too conservative values were employed, or the possibility of failure if the various units were "under-designed".

D. SUMMARY

In a rapidly developing field such as sanitary engineering there are countless ways in which research can be employed to reduce the costs of needed facilities and to improve their performance. In this paper only a few of the many possibilities have been suggested and demonstrated as case histories. Many more could be cited, as a way of encouraging continued and additional effort in this most challenging and rewarding area of professional activity, by engineers and scientists in educational institutions and various agencies of government.

An accelerated program of research and investigation should be actively supported by professional people involved, and by various sectors of private industry. Local, state, national, and international agencies should not miss this opportunity to accomplish the most for the least expenditure in this most vital area of concern to Latin America.

INFLUENCIA DE LA INVESTIGACION EN EL COSTO DE LOS PROYECTOS DE INGENIERIA (*)

Prof. George J. Schroeffer
Universidad de Minnesota

A. INTRODUCTION

En el campo de la Ingeniería Sanitaria, tal vez aun más que en otras áreas, hay muchas posibilidades de estudio e investigación que pueden tener un efecto profundo sobre los costos de las instalaciones buscadas o sobre la calidad de los resultados de las actividades. Muchas soluciones alternativas están disponibles, o pueden ser proyectadas, en relación con los conceptos, procesos, material y equipo.

Esto abre un amplio panorama y crea muchas oportunidades muy interesantes para el estudio y la investigación, el costo de los cuales en muchos casos es sólo una muy pequeña fracción de las economías en capital y costos anuales que se pueden hacer. Esto es particularmente importante en la América Latina, donde las necesidades son grandes y los fondos a menudo son escasos.

En este trabajo, el término "investigación" se considera en su significado más amplio, desde los estudios básicos hasta la investigación aplicada y los ensayos.

B. EFECTO SOBRE PROYECTOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

1. Estudios e investigaciones de criterios de calidad de aguas receptoras en relación a su uso

La decisión de las agencias reguladoras sobre las normas de calidad del agua que deben cumplirse afecta en grado sumo a la consideración de proyectos alternativos para llegar a la mejor solución para un determinado problema de control de la contaminación. Esto se aplica más específicamente a los requerimientos de oxígeno disuelto, que tienen un efecto muy marcado sobre el grado de tratamiento necesario y, por lo tanto, sobre los costos de las instalaciones de control que permitan los usos benéficos deseados. Las condiciones locales en los diversos países deberían ser la consideración primaria en la selección de los criterios de calidad.

(*) Versión española del Tema No. 6. Traducción hecha por la Secretaría General de la Conferencia.

2. Determinación de la capacidad de asimilación de las aguas receptoras

La investigación de los muchísimos factores que afectan a la capacidad de un curso de agua para recibir efluentes, sin deterioros o efectos serios sobre su uso, es extremadamente importante desde un punto de vista económico. Como una ilustración, para el río Misisipí, un aumento de grado de tratamiento en Minneápolis y Saint Paul del 75% al 90%, (en remoción de DBO) resulta en un aumento estimado del costo de US\$ 23,000,000 a US\$ 39,000,000 respectivamente, o US\$ 16,000,000 en base al nivel de costos de 1962. Bajo los costos actuales este valor sería casi el doble, o aproximadamente US\$ 30,000,000.

a. Incremento de flujos bajos

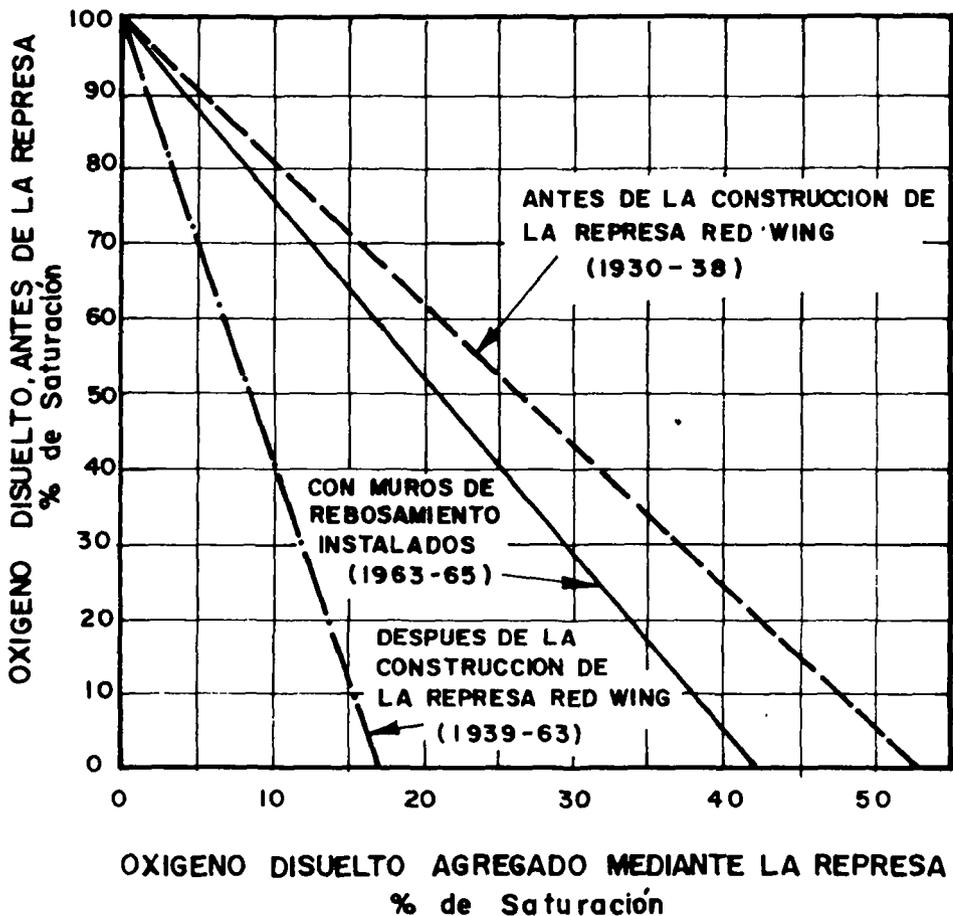
Dado que las plantas de tratamiento están generalmente diseñadas para descargas bajas, el aumento del flujo aun en cantidades relativamente pequeñas puede reducir apreciablemente el grado máximo de tratamiento necesario, lo mismo que el porcentaje de tiempo durante el cual se requiere este tratamiento, para mantener la misma norma mínima, con ahorros muy significativos en los costos de construcción y en los costos anuales de operación y mantenimiento. Véase la figura 1.

b. Aeración de las corrientes

Cuando el oxígeno disuelto es el determinante en el grado de tratamiento es casi siempre más económico insuflar aire en una corriente que mantener la misma norma por remoción del DBO mediante el tratamiento. La aeración en los vertederos inferior y superior de las represas y en plantas de energía hidroeléctrica (mediante succión de aire) pueden agregar hasta 3 a 5 mg/l de oxígeno disuelto. Véase la figura 2. Aparatos para aeración mecánica y difusa pueden ser ubicados en puntos críticos de la corriente para mantener los niveles deseados de oxígeno disuelto en forma mucho más económica que mediante tratamiento. En el río Misisipí, aguas abajo de Saint Paul, la inversión para mantener iguales niveles de oxígeno disuelto mediante tratamiento, comparada con aeración mecánica, se estimó en US\$ 8,130,000 y US\$ 1,260,000 respectivamente. Pese a esto, los funcionarios se decidieron en contra de la aeración. En una situación muy comparable y aproximadamente en la misma época, en el río Ruhr, Alemania Occidental, se adoptó la aeración.

c. Reducción de los efectos de agregados térmicos

Debido al efecto adverso del aumento de la temperatura del agua sobre la desoxigenación y la reaeración, el simple expediente de ubicar una planta eléctrica de vapor en un lugar más ventajoso en relación al descenso de la curva de oxígeno disuelto puede reducir el grado de tratamiento requerido o mejorar la calidad del agua.



AERACION A 20° C DE TEMPERATURA DEL AGUA

FIG. 1- EFECTO SOBRE LA RECUPERACION DE LA EFICIENCIA DE AERACION PRODUCIDO POR LA INSTALACION DE MUROS DE REBOSAMIENTO.

Proyecto A, Carga Contaminante Estimada, 1980.
Laguna de Hastings (Canal de 2.74 m)

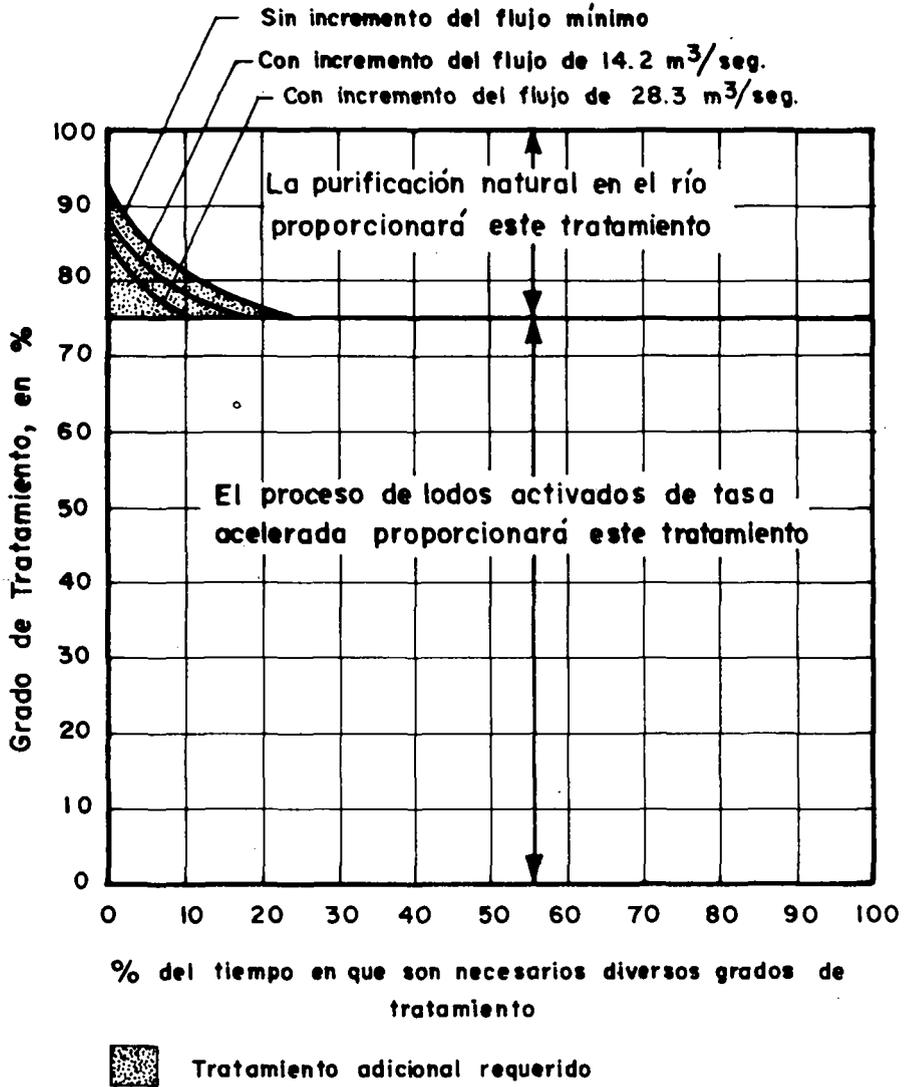


FIG.2 - DURACION DE LOS GRADOS DE TRATAMIENTO EN EXCESO DE 75 % - Agosto de 1980

3. Reducción de los costos de plantas de tratamiento de aguas negras

Un programa de investigaciones y ensayos puede afectar materialmente el costo de las instalaciones de tratamiento al definir parámetros de diseño y dar a los funcionarios bases sólidas para la toma de decisiones.

a. Distrito de Minneápolis—Saint Paul

Los resultados de una investigación cooperativa con la Universidad de Minnesota representan un caso muy interesante en el área metropolitana de Minneápolis—Saint Paul. Las instalaciones originales, consistentes de tratamiento primario aumentado mediante aditivos químicos, fueron puestas en operación en 1938. El programa de investigaciones durante los primeros años se refería a estudios en los ríos y mejoras en el rendimiento y economía de la planta. En 1956, cuando se preveía una expansión de las instalaciones, tanto en capacidad como en grado de tratamiento, un convenio para un plan cooperativo de investigación de 5 años fue firmado entre el Distrito y la División de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Minnesota. El programa de investigación y ensayos incluyó principalmente: (a) el estudio del comportamiento de la desoxigenación y reaeración en una extensión de 80 millas del río Misisipí, para la que se disponía de 30 años consecutivos de datos; incremento de la calidad del agua por aeración en represas y aeración mecánica en tramos críticos del río, etc.; (b) ensayos a escala de planta piloto y de demostración sobre tratamiento y procesos para disposición de lodos. Este último programa incluyó el ensayo de muchas variaciones del proceso de lodos activados en una planta de 3.6 millones de galones por día de capacidad (población: 30,000), tratando una porción de las aguas negras del Distrito Sanitario, y (c) numerosos otros proyectos de investigación relacionados en diferentes formas con los anteriores, teniendo que ver con el efecto de diversos factores sobre la desoxigenación y el incremento de la remoción de DBO.

En el diseño de las instalaciones ampliadas, dos grandes firmas consultoras estadounidenses relacionadas con diferentes aspectos del programa estipularon que se había economizado aproximadamente US\$ 6,500,000 al poder "afinar" los parámetros de diseño y reducir los "factores de seguridad" debido a la disponibilidad de datos obtenidos mediante ensayos de rendimiento en gran escala realizados con las mismas aguas servidas que iban a ser tratadas. El programa de expansión costó US\$ 27,000,000. El costo del programa de investigación fue de aproximadamente US\$ 160,000. Una economía estimada de aproximadamente 25% se obtuvo con un gasto en investigación de menos del 0.6%. Se reconoce que no todos los US\$ 6,500,000 de menor costo significaron una economía neta, debido a los aspectos inflacionarios y al hecho de que el sobrediseño hubiese significado una provisión para el futuro. Pero en situaciones donde el dinero para un programa particular es escaso, como ocurre en América Latina, es extremadamente importante que los fondos disponibles sean distribuidos y utilizados donde más se les necesita.

El valor de un programa cooperativo de investigación como el descrito resalta al considerar que el Distrito Sanitario de Minneapolis—Saint Paul ha renovado anualmente, durante 10 años, el convenio original y en 1971 está todavía en operación.

b. El Distrito Sanitario Metropolitano del Gran Chicago

Debido al programa masivo de control de la contaminación que debe enfrentar, este Distrito ha sido un líder durante los últimos 50 años en el desarrollo de programas de ensayo e investigación destinados a mejorar la calidad del agua, el tratamiento de las aguas servidas, y la disposición de sólidos. Los numerosos informes y trabajos técnicos de Langdon Pearse, Floyd Mohlman, y otros, en el período 1910—1940, son clásicos en el desarrollo del arte y la ciencia en este campo. Los primeros trabajos estuvieron asociados con ensayos de tratamiento de aguas negras y desechos industriales en plantas piloto y de demostración en gran escala. Las contribuciones afectaron al diseño de numerosos sistemas hidráulicos en los Estados Unidos.

Más recientemente (durante la última década) esta Area Metropolitana ha hecho, a través de su programa de investigaciones y ensayos, contribuciones significativas en relación con sus estudios cooperativos sobre disposición de sólidos de aguas negras, procesos de tratamiento avanzados (auxiliares), y problemas y soluciones asociados con inundaciones de sistemas de alcantarillas combinados y para aguas de tormenta. Se podría mencionar muchas otras contribuciones.

c. Otras Areas Metropolitanas

De manera similar otras áreas metropolitanas, a través de sus directores de ingeniería, han contribuido y afectado al diseño de las plantas de aguas servidas en los Estados Unidos. Los logros de A.M. Rawn y John Parkhurst, de Los Angeles; Ray Leary, de Milwaukee; Edward Cleary, de Cincinnati; Edward Gould y W.J. Torpey, de Nueva York, han quedado registrados en la literatura. En el Distrito de Columbia debería incribirse el trabajo reciente de los señores N. Jackson y P. Freese.

4. Otras áreas de estudio e investigación

Además de las posibilidades a que se ha hecho referencia previamente numerosas otras, entre las cuales se sugieren las siguientes, son dignas de consideración:

- a. Métodos para la disposición de sólidos de aguas negras.
- b. Materiales de construcción, equipos y procesos para sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento.
- c. Métodos para mejorar la operación y mantenimiento y para reducir los costos.

C. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD DE MINNEAPOLIS

En 1959, cuando se hizo aparente que se necesitaba capacidad para una mayor producción, y que debería desarrollarse un nuevo método de disposición de sólidos, la ciudad de Minneápolis inició un programa de investigaciones, tanto en cooperación con la Universidad de Minnesota como con su propio personal. Este trabajo estuvo dividido en dos partes principales:

1. Incremento de la capacidad de filtros

Los 20 filtros existentes en la Planta de Filtros de Fridley tenían una capacidad de 90 MGD y eran del tipo convencional, con medio filtrante de arena operado a una tasa de 2 gal/pie²/min. Inicialmente se construyó en 1963 un filtro a escala de laboratorio, que se operó a tasas variables con diferentes tipos de medios filtrantes combinados. Estimulados por los resultados en 1967, con la aprobación del Departamento de Salud de Minnesota, se convirtió un filtro de tamaño normal (35 pies x 40 pies), en una unidad de medio doble (antracita y arena) que se operó a tasas de hasta 4 gpm/pie² (la capacidad hidráulica de la planta principal). Después de un período de operación satisfactorio, se concedió la aprobación para convertir un total de 10 filtros para su operación a una tasa de 4 galones y utilizando un polielectrolito. Este trabajo se completó en 1968 y la capacidad de la planta fue aumentada de 90 a 135 MGD, con la posibilidad de convertir los otros 10 filtros para un mayor incremento hasta 180 MGD si se elimina los "cuellos de botella" hidráulicos que actualmente existen en la planta general.

El costo de esta conversión, justificada por los ensayos de demostración a escala piloto y normal, comparado con el del incremento mediante un diseño convencional, resulta interesante. Como informó el Departamento de Aguas de la ciudad de Minneápolis, el costo de la investigación original a escala piloto fue de aproximadamente \$10,000. El de los ensayos a escala normal en un filtro fue una cantidad similar (excluyendo el muestreo y los análisis). El costo total de la conversión (incremento de la capacidad de 10 filtros de 45 a 90 MGD) fue de \$410,000. La estimación para proporcionar esta capacidad mediante filtros convencionales adicionales fue de \$1,800,000. Una inversión de \$20,000 (menos del 1.5%) para ensayos e investigaciones, permitió una reducción de los costos de \$1,390,000. Aunque un trabajo similar realizado en otro lugar estimuló originalmente a los ingenieros locales para iniciar este programa, si no hubiese sido por los ensayos y la investigación durante algún tiempo y con las características específicas del agua que interesaba, habría sido difícil obtener la aceptación de los oficiales locales de salud para el diseño mejorado.

2. Recuperación y disposición de sólidos

Un programa de investigación cooperativo desarrollado en 1959 entre la Universidad de Minnesota y el Departamento de Aguas de la Ciudad de Minneapolis condujo a un método de disposición de sólidos mediante ablandamiento, coagulación y filtración, y a una posible recuperación por calcinación de las 160 toneladas secas por día de lodos del tanque de ablandamiento que se espera estar produciendo en 1985. El trabajo experimental a escala piloto fue continuado por la Ciudad y en 1971, cuando se debió enfrentar el requerimiento de tratar las corrientes de lodos hasta reducir su contenido de sólidos suspendidos a 50 mg/l antes de su descarga al río Misisipí, la Ciudad asignó contratos por una cantidad total de \$2,500,000 para eliminar el agua de los sólidos. Debido a que los contratos para recuperación de sólidos todavía no han sido concedidos no es posible presentar, al momento de escribir este trabajo, cifras sobre las economías efectuadas. Lo importante es que la disponibilidad de los datos de la investigación hizo posible, cuando se debió enfrentar una decisión inmediata, emplear parámetros de diseño realísticos que redujeron la posibilidad de gastos innecesarios, si se hubiesen empleado valores demasiado conservadores, o la posibilidad de un fracaso si las diversas unidades hubiesen sido "sub-diseñadas".

D. RESUMEN

En un campo en rápida evolución como es la ingeniería sanitaria hay innumerables casos en que puede emplearse la investigación para reducir el costo de las instalaciones necesarias y para mejorar su rendimiento. En este trabajo sólo se han sugerido y presentado, en base a ejemplos reales, algunas de las muchas posibilidades. Muchas más podrían citarse como una forma de estimular esfuerzos adicionales y continuos, de ingenieros y científicos de instituciones educacionales y de diversas agencias gubernamentales, en este muy desafiante y recompensador aspecto de la actividad profesional.

Un programa acelerado de investigación y estudios debería ser apoyado activamente por el personal profesional involucrado, y por diversos sectores de la industria privada. Las agencias locales, estatales, nacionales e internacionales no deberían perder esta oportunidad de lograr el máximo con la menor inversión en esta área muy vital de interés para la América Latina.

ÁREAS DE INTERÊSSE PARA PROJETOS DE INVESTIGAÇÃO NO MEIO AMBIENTE NA AMÉRICA LATINA

Prof. José M. de Azevedo Netto
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo, Brasil

INTRODUÇÃO

Ao iniciar esta breve exposição desejo referir-me às palavras de Lord Kelvin, proferidas há mais de 70 anos:

"I often say that when you can measure what you are speaking about and express it in numbers you know something about it; but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely, in your thoughts, advanced to the stage of science whatever the matter may be".

Kelvin foi um grande pesquisador e o seu pensamento influenciou consideravelmente a atividade técnico-científica neste século.

A evolução tecnológica em nossos dias se realiza tão rapidamente que estima-se em apenas 20 anos o período de "meia vida" dos conhecimentos de engenharia. Isto significa que ao fim de duas décadas deve-se renovar pelo menos 50% dos nossos conhecimentos técnicos.

O desenvolvimento dos países condiciona-se ao progresso tecnológico e à renovação contínua da tecnologia. Essa renovação somente pode ser alcançada através da pesquisa.

O Japão, um dos países que surpreendeu o mundo pelo seu extraordinário progresso apresenta um modelo que evoluiu de uma tecnologia imitativa para uma tecnologia adaptativa, e finalmente, para uma tecnologia inovadora (1). Êsses estágios não são necessariamente sucessivos, podendo coexistir em setores diferentes.

A AMÉRICA LATINA E A PESQUISA

O Prof. Gordon Fair durante a sua última viagem ao Brasil, após visitar um importante Instituto de Pesquisas em São Paulo, externou a sua impressão com as seguintes palavras: "Esta é a nova América Latina".

Devemos reconhecer que realmente a nossa América oferece condições muito favoráveis à investigação. O latino se caracteriza por um espírito inteiramente aberto às idéias, por uma atitude propícia à inovação e por uma destacada inquietude em procura do saber.

Após a segunda guerra mundial a região presenciou extraordinário progresso no campo do ensino superior, tendo sido instaladas novas universidades e escolas independentes em grande número, além de vários institutos tecnológicos.

Existe, portanto, o campo propício e está presente a necessidade, porque somente através da revolução tecnológica é que a região poderá vencer a barreira do subdesenvolvimento. Não existe outro caminho.

PESQUISA BÁSICA E PESQUISA APLICADA

Embora este assunto já tenha sido objeto de importante exposição nesta Conferência, julgamos oportuna uma referência adicional.

As duas categorias de pesquisa — básica ou pura e específica ou aplicada — deverão coexistir para o progresso da ciência. Essas duas categorias não diferem em sua metodologia. A diferença encontra-se apenas na finalidade.

Parece-nos acertada, entretanto, a opinião já manifestada pelo ilustre economista brasileiro, Roberto Campos (1), de que a pesquisa de tipo aplicado deverá ocupar o lugar *mais elevado na escala de prioridades, por motivos relevantes: o rendimento é mais rápido e a incerteza quanto aos resultados é menor.*

A PESQUISA APLICADA É RELATIVAMENTE RECENTE

A pesquisa aplicada, realizada de maneira sistemática e coordenada, é uma atividade mais recente do que poderia imaginar. Ela é, realmente, uma conquista deste século.

Em 1893 Sir W. Anderson escrevia: "São passados os dias em que o engenheiro podia desempenhar-se respeitavelmente apenas com a ajuda da "mãe sagacidade" ou por meio da ingenuidade construtiva que, no passado, levou nossos predecessores a tão brilhantes realizações.

A primeira organização a desenvolver pesquisa aplicada foi o Reichsanstalt, na Alemanha no fim do século passado.

Poucos anos depois (em 1900) foi criado na Inglaterra o National Physical Laboratory com idêntico objetivo.

Nos Estados Unidos a pesquisa organizada é ainda mais recente.

Considerando-se a experiência universal já adquirida e que os meios atuais possibilitam um caminho muito mais rápido, pode-se concluir que a América Latina poderá, em curto tempo, vencer a defasagem e passar à era inovadora da evolução tecnológica. Existem condições para isso. Falta, talvez, o amadurecimento.

A PESQUISA E A ENGENHARIA SANITÁRIA

Se examinarmos com aptidão a meta da pesquisa aplicada poderemos concebê-la dentro do seguinte objetivo geral

“Atendimento das necessidades relativas à produção de bens e prestação de serviços em maior quantidade, em menor tempo, com melhor qualidade e a custo mais baixo”.

Nada mais é necessário acrescentar para se inferir a importância da pesquisa para a Engenharia Sanitária, cujos objetivos exigem tais resultados.

Esses benefícios incluem:

- (a) A obtenção de soluções de métodos mais eficientes;
- (b) A redução de custos dos sistemas (obras, instalações e operação);
- (c) O relacionamento desejável entre os órgãos executivos, as universidades e os institutos tecnológicos, e o conseqüente fortalecimento dessas entidades;
- (d) A melhoria do ensino, mediante a incorporação de atividade tão essencial.

Para exemplificar mencionaremos as seguintes inovações recentes no campo sanitário:

- (a) A nova tecnologia de purificação de água, que assegurando maior eficiência à coagulação, à sedimentação e à filtração trouxe grandes economias para as instalações de potabilização, possibilitando o aumento da produção nas estações existentes, sem novas obras;
- (b) Os processos econômicos de depuração de águas residuárias, tais como as lagoas de estabilização, os valos de oxidação e as lagoas aeradas, que, pela redução de custo, tornaram viável o tratamento nas regiões com escassos recursos.

FATORES QUE CONDICIONAM OS PROGRAMAS DE PESQUISA

A pesquisa na América Latina ainda é incipiente. Cientistas e tecnólogos têm procurado explicar as razões desse “lag”.

O sábio Agassiz após uma visita ao Brasil (1865) já havia observado que um dos fatores negativos para a expansão da pesquisa no país, decorria da falta de hábito da elite brasileira no uso das mãos no seu trabalho, atitude esta herdada do colonialismo.

Atualmente os seguintes fatores devem ser considerados para o desenvolvimento da pesquisa:

- (a) **Ambiente favorável:** Condições de estímulo. Mentalidade criadora, facilidades administrativas e reconhecimento do meio para incentivo das investigações e seu aproveitamento.
- (b) **Motivação:** Nas universidades, nos institutos tecnológicos, nas indústrias e nas entidades que podem ser beneficiadas.
- (c) **Pessoal experiente para orientar o trabalho:** Adestramento de pesquisadores.
- (d) **Tempo completo e dedicação do pessoal docente e pesquisador:** para possibilitar o incentivo à pesquisa e a sua realização com o acompanhamento necessário.
- (e) **Recursos físicos:** incluindo instalações, materiais, laboratórios, bibliotecas, etc.
- (f) **Recursos financeiros:** para cobrir gastos essenciais à realização do trabalho, incluindo bônus de estudos.
- (g) **Comunicação:** Entrosamento entre as entidades que realizam pesquisas, intercâmbio de pesquisadores, publicação e divulgação ampla dos trabalhos realizados.

ALGUNS COMENTÁRIOS

Em primeiro lugar desejamos apontar o grande inimigo da atividade de pesquisa: é a burocracia. O trabalho intelectual criador não vai bem com as normas burocráticas excessivas. Infelizmente em muitos países, e não apenas na América Latina, o burocrata se sobrepõe ao tecnologista. A dedicação completa ao ensino e à pesquisa tem sido um dos fatores mais frequentemente comentados e a sua importância não deve ser subestimada e nem sobreestimada ao ponto de se olvidar o valor dos demais fatores envolvidos.

O trabalho em tempo integral, a nosso ver, exige um equacionamento bem concebido, que leve em consideração:

- (1) Remuneração justa, condigna e adequada.
- (2) Regime de trabalho (funcional) realista e vantajoso para ambas as partes interessadas.
- (3) Existência de condições para a atividade em tempo integral.

Os recursos físicos devem ser compatíveis com a nossa realidade econômica.

Com alguma frequência verifica-se, na América Latina, a tendência ao exagero nas idéias relativas a edifícios e instalações, fato que se enquadra na chamada "política de fachada". Não devemos nos esquecer de que é mais importante ter-se um bom pássaro cantante do que uma gaiola de ouro.

A experiência demonstra o muito que se pode realizar com recursos modestos. Os seguintes exemplos são ilustrativos:

- (a) O pequeno laboratório de Thomas Edison, em Menlo Park (1876), do qual saíram importantes invenções.
- (b) O custo inicial do National Physical Laboratory da Inglaterra (1900) foi exatamente £ 5 479.
- (c) A Estação Experimental de Lawrence Massachusetts (1886). Apesar de instalada modestamente deu notáveis contribuições à Engenharia Sanitária.

Alguns estudiosos do problema acham que as limitações mais graves para o desenvolvimento da atividade de pesquisa são relativas a recursos humanos, aspecto que na América Latina vem sendo agravado pelo fenômeno da evasão dos cérebros.

ÁREAS DE PESQUISA NA ENGENHARIA SANITÁRIA

As áreas de maior prioridade no campo do Saneamento Básico são aquelas que correspondem a soluções próprias (para o meio onde serão aplicadas) eficientes e econômicas para os problemas de abastecimento de água, coleta e disposição das águas residuárias, incluindo a defesa da qualidade da água e o controle da poluição dos corpos receptores.

É, por exemplo, necessário investigar processos econômicos para o tratamento dos despejos de indústrias típicas da região, tais como as de cana de açúcar, de café, de mandioca, de produtos da pesca, etc.

Os despejos de outras indústrias, que não sejam típicas também devem ser investigados à procura de soluções de tratamento mais simples e mais econômicas, que sejam compatíveis com a realidade de cada país.

Os processos de depuração de custo mais baixo encontram maior campo de aplicação nos países em desenvolvimento, onde são limitados os recursos humanos e financeiros.

As condições das águas receptoras, tendo em vista o seu comportamento bioquímico e capacidade de assimilação para resíduos orgânicos, constituem outro campo propício à pesquisa.

A introdução de novos materiais nos sistemas de abastecimento de água e de esgotos sanitários também sugere inúmeras investigações sobre o seu comportamento e aplicação.

Certos aspectos ecológicos dia a dia ganham importância para a preservação das condições ambientais indispensáveis ao bem estar humano. O engenheiro sanitário é provavelmente, o profissional mais habilitado para enfrentar os problemas decorrentes da deterioração do ambiente.

O PROGRAMA DO CETESB

O CETESB – Centro Tecnológico de Saneamento Básico – é o órgão do Governo do Estado de São Paulo, que se ocupa dos programas de controle da qualidade da água, pesquisas, normalização de materiais e treinamento.

Parece-nos oportuno apresentar, como exemplo o programa básico de trabalho desse Centro. (2) Ele inclui:

- (a) Estudos de ecologia aquática, visando o conhecimento das condições de sobrevivência da flora e fauna de águas interiores, medidas de proteção ao peixe e capacidade receptora dos cursos d'água em face de seu potencial de auto-depuração. Esses estudos envolvem, naturalmente aspectos hidrológicos, químicos e biológicos de diferentes tipos de cursos d'água, bem como experimentação em modelos.
- (b) Estudos de composição e efeito poluidor de resíduos industriais, especialmente indústrias tipicamente nacionais, envolvendo, além da análise química, a experimentação com peixes e outros componentes da fauna e flora aquáticas que constituem parte integrante e necessária ao ambiente.
- (c) Pesquisa de métodos específicos de tratamento e disposição de resíduos industriais peculiares ao nosso país, bem como soluções econômicas para resíduos industriais em geral.
- (d) Pesquisa sobre reutilização de resíduos.
- (e) Pesquisas sobre tratamento de água, visando sobretudo avaliar a eficiência de filtros lentos, bem como a aplicação de substâncias auxiliares do tratamento convencional, de modo a elevar as taxas de aplicação, o controle de microorganismos nocivos e reduzir, de um modo geral, o custo de tratamento.
- (f) Pesquisas sobre materiais e equipamentos, visando maior eficiência e vida útil dos sistemas.

O PROGRAMA DE PESQUISAS SANITÁRIAS NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

A Escola de Engenharia de São Carlos pertence à Universidade de São Paulo e está instalada em "campus" próprio, numa cidade do interior (São Carlos) a 230 km ao Norte da Capital.

A Escola forma engenheiros, em diversos ramos, incluída a Engenharia Civil. A Faculdade está organizada em departamentos, entre os quais encontra-se o Departamento de Hidráulica e Saneamento.

Neste ano (1971) foram iniciadas as atividades de pós-graduação em Engenharia Sanitária.

A pesquisa foi considerada como componente normal do ensino e a maioria dos alunos recebe bônus de estudos com o compromisso de realizar um trabalho de investigação.

Julgamos interessante apresentar uma súmula dos problemas que são objetos de pesquisa em São Carlos (3):

(A) Pesquisas em andamento

- (1) Ensaio sobre a aplicação de polieletrólitos no tratamento das águas.
- (2) Aplicabilidade de lagoas de estabilização. Aspectos técnicos e econômicos.
- (3) Tendências atuais da filtração biológica.
- (4) Tratamento de águas residuárias da indústria de papel.
- (5) Tratamento de águas residuárias da indústria de laticínios.
- (6) Tratamento de águas residuárias da indústria do açúcar.
- (7) Tratamentos biológicos das águas residuárias industriais.
- (8) Aplicabilidade de lagoas de estabilização ao tratamento de águas residuárias industriais.
- (9) Medidas de controle da poluição das águas.
- (10) Investigação sobre a incineração de resíduos sólidos.

(B) Pesquisas programadas

- (1) Consumos e dotações de água.
- (2) Consumo de água como bebida (pelo Homem).
- (3) Emprego de material plástico em redes de distribuição.

- (4) Materiais para execução de juntas em coletores sanitários.
- (5) Remoção de gorduras nos sistemas de esgotos sanitários.
- (6) Capacidade de admissão de água nas grelhas das bôcas de lôbo.
- (7) Estudo das chuvas críticas na região.
- (8) Tratamento de águas residuárias dos matadouros e frigoríficos.
- (9) Tratamento de águas residuárias dos curtumes.
- (10) Tratamento de águas residuárias das indústrias cítricas.
- (11) Tratamento de águas residuárias da indústria de mandioca.
- (12) Ensaio sôbre lagoas aeradas artificialmente.
- (13) Investigação sôbre revestimentos para tubulações de aço.
- (14) Investigação sôbre materiais filtrantes.
- (15) Estudo experimental sôbre decantadores do tipo de tubos.

O ENCONTRO DE INSTITUIÇÕES DE PESQUISA E DE APOIO À TECNOLOGIA

Realizou-se em São Paulo, nos dias 19, 20 e 21 de maio dêste ano (1971) o Encontro de Instituições de Pesquisa o patrocínio do Instituto Nacional de Pesquisas do Brasil.

Um grande número de pesquisadores participou dêste Encontro, tendo sido feita uma divisão do trabalho por grupos de discussão.

O XI grupo encarregou-se de examinar o Suporte à Tecnologia do Saneamento Básico.

As conclusões obtidas sôbre o Tema são muito oportunas (4):

“O Grupo XI, congregando representantes de instituições dedicadas ao Suporte à Tecnologia de Saneamento Básico, analisando a situação da pesquisa subordinada ao tema, no país, chegou por unanimidade às seguintes conclusões e recomendações:

- (1) Que os trabalhos de pesquisas desenvolvidas pelas várias instituições congêneres no país padecem de falta de entrosamento motivada pela não existência de um sistema conveniente de comunicação entre as mesmas.
- (2) Que essa comunicação poderia ser facilitada através de divulgação de trabalhos em andamento, sugerindo para isso:
 - (a) Criação de uma seção referente a hidráulica, hidrologia e saneamento, na publicação “Pesquisas em Processo no Brasil”, do Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (I.B.B.D.).

- (b) Criação de uma seção de comunicações em cada instituição de pesquisa.
 - (c) Organização pelo I.B.B.D. de um cadastro de instituições e profissionais dedicados à *pesquisa em hidrologia, hidráulica e saneamento no Brasil*. Os participantes deste Grupo se comprometem a enviar ao I.B.B.D., através do CETESB, uma primeira relação para organização desse cadastro.
- (3) Que há necessidade de um maior entrosamento entre as instituições e as universidades, no sentido de motivá-las à realização de pesquisas multidisciplinares visando a aplicação tecnológica
 - (4) Que há necessidade de entrosamento das instituições com as indústrias através de Federação das Indústrias, no sentido de divulgar as atividades de pesquisa e motivá-las a conceder recursos para a realização de pesquisas de seu interesse específico. Quanto as de interesse mais geral, há necessidade de apoio financeiro governamental.
 - (5) Que há necessidade de formação e especialização de profissionais em nível de graduação, pós-graduação e também nível médio para atividades de pesquisas em saneamento. A formação pós-universitária não se deve restringir a engenheiros, mas as universidades devem ser incentivadas a promover cursos de pós-graduação em saneamento para profissionais de várias formações universitárias, tais como químicos, biólogos, etc.
 - (6) Que há necessidade de introdução de uma disciplina de controle de poluição ambiental, nos currículos mínimos de todos os cursos de engenharia.
 - (7) Que é necessário que as instituições tenham condições para oferecer remuneração adequada a seus pesquisadores tecnológicos a fim de evitar a evasão de profissionais já especializados, tendo em vista os grandes atrativos oferecidos pela indústria à consultoria nesse terreno.
 - (8) Que as pesquisas em saneamento básico sejam programadas de modo a focalizar o uso racional do ambiente tendo em vista a sua preservação e harmonizar os interesses conflitantes da preservação e do desenvolvimento.
 - (9) Que em uma programação geral de pesquisas voltadas para o saneamento básico, devem merecer prioridade os seguintes assuntos:
 - (a) Estudos de ecologia aquática visando conhecimento das condições de sobrevivência da fauna e flora de águas superficiais de forma compatível com os usos normais de água e estudos atualizados visando a determinação de capacidade de assimilação dos corpos de água.

- (b) Estudos de composição e efeito poluidor de resíduos industriais, envolvendo a experimentação com peixes e componentes da fauna e flora aquática que constituem parte integrante e necessária ao ambiente.
 - (c) Pesquisas de métodos específicos de tratamento e disposição de resíduos industriais peculiares a cada região.
 - (d) Pesquisa sobre reutilização da água e resíduos.
 - (e) Estudos de processos econômicos de tratamento de água e esgotos municipais.
 - (f) Pesquisas sobre novos materiais e equipamentos aplicados aos sistemas de águas e esgotos.
 - (g) Pesquisa aplicada ao conhecimento de recursos de água da superfície e do sub-solo, tendo em vista seu uso e preservação, inclusive recarga em lençóis subterrâneos.
- (7) Que há necessidade da criação por delegação da A.B.N.T. de comitês estaduais para a feitura de normas em saneamento, com a participação de todos os órgãos atuantes nesse campo de atividades.
- (8) Que há necessidade do apressamento de feitura de normas técnicas aplicadas aos materiais, equipamentos, obras e serviços em saneamento, fundando-as sempre que necessário em pesquisas correlatas.
- (9) Que o CETESB (Centro Tecnológico de Saneamento Básico – São Paulo) seja a entidade executora das atividades referidas nos itens 7 e 8 acima mencionados, em conjunto com a Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- (10) Que o C.N.Pq. (Conselho Nacional de Pesquisas), tendo em vista o sucesso alcançado no presente Encontro e a necessidade de maior entrosamento, anteriormente aludido, promova seminários periódicos de instituições de pesquisa tecnológica”.

REFERÊNCIAS

- (1) Roberto O. Campos, “O Desafio ambiental: sua importância para os países em desenvolvimento”, o Estado de São Paulo, 12-5-1971, pg. 10.
- (2) CETESB: Trabalho “Pesquisa, suporte indispensável ao desenvolvimento da Tecnologia do Saneamento Básico”, São Paulo, 1971.
- (3) Elenco de sugestões e projetos de pesquisas para alunos de pós-graduação, D.H.S., Escola de Engenharia de São Carlos, 1970.
- (4) Atas do Encontro de Instituições de pesquisa e de apoio à Tecnologia, São Paulo, maio de 1971.

THE ROLE OF THE UNIVERSITY IN RESEARCH IN A CHALLENGING ENVIRONMENT

Prof. Emory Kemp
University of West Virginia

INTRODUCTION

With higher education in the United States in a state of disarray it seems incongruous that a representative of that system should address you on the role of the university and research in today's world. Our teaching methods and materials are said to be irrelevant and archaic. With burgeoning enrollments, students at our larger universities are protesting against the dehumanization of university life. Since these institutions have grown from medieval ecclesiastical roots, it seems appropriate to speak of a new Babylonian Captivity. Not the captivity of the Papacy this time but rather the accusation that research in our institutions of higher education is dominated by what President Eisenhower called the "Industrial-Military Complex".

Never in our experience have the universities faced student violence and public hostility while at the same time being pressured by society to provide solutions, through research, to all manner of pressing societal problems. In addition, obtaining a higher education is viewed by a large segment of the population as the key to future success. Thus, we are not simply educating future scholars but we are also involved in mass education to train large numbers of students for future careers. In such a situation, we have been forced to re-examine nearly all aspects of our university life including engineering education and research. Thus, the following remarks are the result of this struggle and cannot be considered definitive or final. The outcome is still in doubt and in a sense we are like a rudderless ship subject to the winds and currents of our time.

In attempting to find our identity we need to understand other systems which have developed in quite different ways. Your achievements in research and teaching can make a significant contribution to the future of higher education. Thus, it seems likely we have much to learn from you.

In a lighter view, if it is a question of student activism our radicals, except on a few campuses, seem a weak reflection of yours. My colleague, Professor Raul Zaltzman has an amusing picture on his wall depicting a Mexican "bandido", but it could just as well be a student, complete with sword, pistol, bandolier and sombrero proudly proclaiming "If you want to construct a revolution, wouldn't you hire a professional - Si".

It is convenient to divide the subject into several categories but we must realize that this is somewhat arbitrary and all aspects of the subject are inter-related.

THE PROPHETIC MISSION OF THE UNIVERSITY

Often we become so engrossed with the process of education that we fail to see the basic mission of our institutions of higher education. In terms of prophecy one usually thinks of the towering figures of the Old Testament and indeed this provides an excellent analogy for several aspects of the prophetic mission of the University. In the first place, we must be free to proclaim the truth as we discover it in all phases of human endeavor. One must emphasize that we are speaking not only of scientific truth but also those areas of the liberal arts which speak to human values, the quality of life and aesthetics. It is essential, then, that universities not become so closely associated with the society they serve that they are unable to proclaim the truth and offer criticism of contemporary society. In the English-Speaking World the role of the critic in the university has been left largely to the humanists. Engineering and technology have been developed along different lines and have been left to apply scientific truths with little thought given to human values.

We now see that this hiatus can no longer be maintained with integrity. Problems of our environment and the whole process of industrialization put engineering education in a unique position in which these other truths must be considered. If we are to be truly professionals we must participate in this prophetic role. In my own field of structural engineering we have been content with architectural criticism and our institutions of engineering have not been centers for lively discussion of rational and innovative structural solutions to human need. Similarly, in environmental engineering too often we have been asked to provide solutions, through research, to specific problems rather than looking at the whole complex problem of our environment which cannot really be separated from the sociological, political and economic activities which have given rise to these problems.

Undoubtedly, to most people the prophetic role is one of predicting the future based on divine inspiration. We should not claim such inspiration nor should we be like the 16th Century French physician and astrologer Nostradamus who claimed special powers to see into the future. Rather we should, like the Old Testament prophets, be able to predict future development based on our past and present experience and knowledge.

Nothing in the recent past has had such a profound influence on every facet of contemporary society as the rise of technology. This revolution started from very humble craft origins largely divorced from "pure" science. However, this movement was later greatly accelerated by the fruits of research being applied to technological problems. Studying the roots and astonishing growth of the industrial revolution gives us an insight into the causes of many of today's problems and offers the possibility of seeing the future consequences of current technological decisions. It can help to determine future priorities in terms of the benefits to society.

However, in a larger sense we need to be visionaries. Much of our effort is spent in defending technology against claims that it is de-humanizing society or else we are called, as champions, to battle and to subdue with the weapons of research certain dragons threatening society at the moment. One consequence of rapid industrialization has been an equally rapid and yet unplanned urbanization. Nowhere is this more clearly seen than in Latin America. If we continue on our present course this process will proceed at an accelerated pace. The vision that is needed is of the city of the future which will be man's noblest achievement. Do we believe that only in the city can each individual achieve the freedom to develop his true potential? Is it only in the city that the common man has the freedom of choosing his friends, recreational pursuits and cultural activities from a wide range of choice with the assurance of adequate food, shelter and health services? Strangely it has not been the engineers, who have made the modern city possible, who have espoused this vision but rather such humanitarians and theologians as St. Augustine, Sir Thomas More, Robert Owen* and such contemporaries as Harvey Cox (2) and Lewis Mumford. (3) Mumford puts it succinctly when he says:

"Should the forces of life, on the other hand, rally together, we shall stand on the verge of a new urban implosion. When cities were first founded, an old Egyptian scribe tells us, the mission of the founder was to 'put the gods in their shrines'. The task of the coming city is not essentially different: its mission is to put the highest concerns of man at the center of all his activities: to unite the scattered fragments of the humanists, 'experts', depersonalized agents—into complete human beings, repairing the damage that has been done by vocational separation, by social segregation, by the over-cultivation of a favored function, by tribalisms and nationalisms, by the absence of organized partnerships and ideal purposes.

Before modern man can gain control over the forces that now threaten his very existence, he must resume possession of himself. This sets the chief mission for the city of the future: that of creating a visible regional and civic structure, designed to make man at home with his deeper self and his larger world, attached to images of human nurture and love.

We must now conceive the city, accordingly, not primarily as a place of business or government, but as an essential organ for expressing and actualizing the new human personality".

If we believe in the city then we must proclaim Mumford's vision, for it is only through a developing technology made possible by research and engineering experience that it can be achieved. Even if one does not share this vision we are inexorably moving towards greater urbanization and the study of this whole process, particularly pollution and environmental quality problems, should be one of the most important goals of today's university.

*(1) For a discussion of 19th Century utopias see Benevolo, L. "The Origins of Modern Town Planning".

THE RESEARCH MISSION OF THE UNIVERSITY

If one supports the concept of the prophetic mission of the university then research becomes an essential activity of every discipline in the university. At the same time the prophetic mission establishes the goals and priorities for the quest for new knowledge and its application to the needs of society. Although research centers such as the Pan American Center of Sanitary Engineering and Environmental Sciences can play a vital role in research, universities can not delegate their responsibility for research because of this prophetic commitment. They must seek ways of working together and with other research institutions. As can be seen in the following section, research is also vital to effective university teaching.

There is nothing magical about research, it is simply the organized, painstaking search for truth. Thomas Edison once commented that successful inventions were composed of ninety percent perspiration and ten percent inspiration. Research is like this, there is no "Camino Real" to the development of new knowledge.

Despite the revolutionary role engineering research in universities has played in our technological age, the organization and outlook of many of these institutions has remained quite conservative and has even impeded research activities by inflexible administrative structures. It is imperative that this should not happen in environmental engineering research. Research investigators from the life and basic science are essential to effective research concerning our environment. Our traditional sanitary engineering discipline has now grown to embrace air and noise pollution control and solid waste management as well as the traditional emphasis on water resources and water quality. To reflect this expanded scope of activities many are now referring to the discipline as environmental engineering – a discipline involving those educated as biologists, chemists, chemical and mechanical engineers as well as civil engineers. We must continue to encourage this interdisciplinary approach and be willing to alter our traditional engineering disciplines to facilitate and develop research capabilities for the future and to educate professionals who can apply newly developed knowledge from these interdisciplinary research efforts.

Public universities in America have been strongly influenced by British and European institutions. However, one very important contribution they have made is the concept of providing leadership and service to their constituent society. Engineering research has responded to this concept by emphasizing applied research intended to solve practical problems arising at the national, state and local levels. This commitment has in turn led to research projects being sponsored from both government and private sources. At its best this system has proved a real benefit to all concerned.

The Pan American Center of Sanitary Engineering and Environmental Sciences provides a good example of the possibilities of working closely with Latin American

universities. Such a center can help identify research needs and correlate research efforts among the participating universities as well as making its own research contributions. The current P.A.H.O. short course program can be an effective means of providing practicing engineers with the fruits of research. This program can also help to develop research competence in specialized areas. Technical conferences are another important means of disseminating technical information and integrating research efforts.

Applied research has been especially well developed in the United States in aiding industrial concerns and mission oriented government agencies such as the Department of Defense or the NASA space program. As a result many of our universities have developed impressive research programs. However, there are several dangers inherent in this kind of research. The most obvious is a new Babylonian Captivity in which the sponsor establishes the research objectives and the scope of the work. As a result the institution and individual investigator may be involved in research which has little or nothing to do with their program goals, may not be in the public interest and may even compromise the professional ethics of the investigator. In short, the university's prophetic role may be restricted or eliminated.

A second danger is just as insidious. This is the dissipation of research effort on essentially development work which can be better done elsewhere. In addition, consulting activities of the staff, which are important, can be so extensive that research is effectively eliminated from engineering faculties. A university must develop an appropriate balance between teaching, research and professional consulting.

To be true to the prophetic mission of the university conditions must be right for basic research to take its rightful place alongside applied research. This goal is readily agreed to in higher education circles but is much more difficult to achieve unless adequate resources are made available for this express purpose.

Adequate facilities and equipment must be available for effective research to take place. However, the greatest resource is the well educated, highly motivated professor with a creative vision. Thus, it becomes the role of the university through its academic leaders to create an atmosphere for research. This includes on the one hand establishing the prophetic spirit and on the other making research worthwhile to the individual in terms of personal satisfaction and having a suitable means of rewarding successful endeavours. These rewards should include the opportunity of enhancing one's professional stature, of providing time and facilities for research and suitable salaries for those engaged in research.

THE TEACHING MISSION OF THE UNIVERSITY

To gain a proper perspective on the university's role in research the teaching mission must also be seen as inseparably bound to research. In prophetic terms, teaching involves the proclamation and transmission of knowledge to those in the academic

community and also the public at large. In engineering, education teaching can be effective and relevant only by the continued infusion of research knowledge.

Just as the prophet is expected to forecast the future, the university professor is expected to teach. However, the question is what to teach and how to teach? With the effective separation of technological and liberal education our predecessors had a much easier answer to this question. Previously it was simply a matter of training a technically competent engineer who could be expected to earn his way the day he graduated. Technical competence is still a necessary ingredient in the background of a professional engineer. The difficulty is that the body of knowledge in any particular discipline, such as sanitary engineering, has greatly expanded and promises to continue to do so.

We are at this moment educating engineers who will practice in the year 2000. To meet this challenge engineering curricula have recently emphasized fundamentals, hoping that the application of scientific principles to the solution of engineering problems will be acquired by the young engineer through experience. As engineering colleges and the profession are now organized in the United States there is no assurance that this will take place, even in the majority of cases. In addition, our thinking in terms of educational programs must remain flexible in order to take advantage of changing situations. Interdisciplinary programs within engineering and with related sciences must be encouraged with the recognition that such activities might lead to the complete remolding of specific disciplines which we now cherish.

Furthermore, professional education must involve the engineering student in the process of synthesis or, if you like, design and give him the opportunity of being creative and innovative in solving practical problems as a member of a design team. In this kind of setting, leadership becomes an important factor not the rugged individual such as Ellet or Roebling, the famous 19th Century suspension bridge builders, who wish to "do it alone", but leadership which is meaningful in the team situation. This will enable the engineer to take his rightful place in the conception, design and construction of extremely complex projects. In this role the engineer needs work in management and economics as well as the strictly technical and traditional engineering subjects.

An engineer needs a background in humanities if he is to make appropriate decisions on matters which will influence the quality of life for many people. It is only in the last two decades that such liberal studies have been included in our engineering curricula. Apart from several notable exceptions these studies have not been effective in humanizing the engineer. Professor Lynn White (4) has provided a clear insight in to how technological and liberal education must be integrated. Such an interdisciplinary process is essential for the integrity of the university. In this situation, it is fortuitous that in American universities engineering was accepted as a suitable discipline within the university structure and not forced to develop separately as in the case of continental European systems.

Many examples of the necessities of such an interdisciplinary approach could be cited, however, as a student of history this brings to mind an example to illustrate the point. The entire political and social history of England for the last two hundred years is closely involved with the successful exploitation of iron, coal, and steam. In this relatively short period the entire fabric of the country was altered. It seems strange then that students of English history are required to use the mnemonic device BRAM 4689, a fictitious telephone number, to recall the important continental victories of the Duke of Marlborough and at the same time not recognizing that the contemporary development, by Thomas Savory, of the first successful steam engine in 1702 had a more profound effect on the history of the Eighteenth Century. Historians cannot be expected to make a complete and accurate assessment of these technical developments, without the assistance of knowledgeable engineers and scientists. In my opinion, it is only through such interdisciplinary activities involving both teaching and research that the humanities can be made meaningful to engineers.

In thinking about the teaching-learning process as far as engineering education is concerned we must even question whether our traditional lecture method is the most suitable. We must recognize the experiential as well as the cognitive role in engineering education. We must be open to new developments such as guided design, self study laboratories and various audio-visual techniques. Most important we must give recognition to staff members who are willing to devote their time and talents to the teaching-learning process. In terms of education we must recognize the role played by our technical societies and practicing engineers in teaching-learning process. In the United States we need a much closer working relationship between our professional societies, educational institutions, industry and those government agencies who license engineers. Professor Walter Engracia de Oliveira, of the University of San Paulo, believes that this is a critical problem in Latin America too.

CONCLUSION

An attempt has been made to show the university's role in research in terms of a prophetic mission. This prophetic mission involves the discovery and proclamation of truth based upon new knowledge gleaned from research. We must have the freedom and recognize our responsibilities as critics of contemporary society. Most important we must be visionaries in terms of future possibilities for mankind based upon technology.

As a structural engineer, I applaud the outstanding contribution that sanitary engineering research and practice has made to health standards since the turn of the century. This contribution has been most noticeable in the industrialized West, but much remains to be done to spread our technology to the less developed nations of

the world and to find new solutions to pressing environmental pollution problems which are threatening the quality of life of the most advanced industrial nations. Universities must find ways of working together more effectively, particularly in engineering research. We have much to learn from each other.

This is a great challenge for engineering and for the role of universities in research in a challenging environment.

REFERENCES

1. Benevolo, Leonardo, **The Origins of Modern Town Planning**, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.
2. Cox, Harvey, "Secularization and Urbanization in Technological Perspective", **The Secular City**, The MacMillan Company, New York.
3. Mumford, Lewis, **The City in History**, Harcourt, Brace & World, Inc., New York.
4. White, Lynn, Jr., "Civilizing" the Engineer by "Civilizing" the Humanist, **Humanism and the Education of Engineer**, 3rd Annual Report 1962-63, EDP Report No. 5-64, Department of Engineering, University of California. Reprinted by permission. pp. 141-156.

EL ROL DE LA UNIVERSIDAD EN LA INVESTIGACION FRENTE A UN AMBIENTE DESAFIANTE (*)

Prof. Emory Kemp
Universidad de West Virginia

INTRODUCCION

Con la educación superior en los Estados Unidos en un estado de confusión parece inoportuno que un representante de ese sistema les hable sobre el rol de la universidad y la investigación en el mundo actual. Se dice que nuestros métodos y materiales de enseñanza son irrelevantes y arcaicos. Con una matrícula creciente, los estudiantes de nuestras mayores universidades protestan contra la deshumanización de la vida universitaria. Dado que estas instituciones han surgido de raíces medievales eclesiásticas, parece apropiado hablar de un nuevo Cautiverio Babilónico. Esta vez no es el cautiverio del Papado, sino más bien la acusación de que la investigación en nuestras instituciones de educación superior está dominada por lo que el Presidente Eisenhower llamó el "Complejo Industrial-Militar".

Nunca en nuestra experiencia las universidades han enfrentado la violencia estudiantil y la hostilidad pública mientras que al mismo tiempo la comunidad las presiona para que solucionen, mediante la investigación, todo tipo de apremiantes problemas sociales. Además, un gran segmento de la población mira la obtención de una educación superior como la llave del éxito futuro. Así, no estamos simplemente educando a futuros eruditos, sino que estamos también involucrados en una educación de masas para adiestrar a un gran número de estudiantes para futuras carreras. En tal situación nos hemos visto obligados a re-examinar casi todos los aspectos de nuestra vida universitaria, incluyendo la educación e investigación en ingeniería. Por ello, las consideraciones que siguen son el resultado de esta lucha y no pueden ser consideradas finales o definitivas. El resultado esta todavía en duda y en cierto sentido somos un barco sin timón, sujeto a los vientos y corrientes de nuestro tiempo.

Al tratar de encontrar nuestra identidad necesitamos comprender otros sistemas que se han desarrollado en formas muy diferentes. Sus logros en la investigación y la docencia pueden representar una contribución significativa al futuro de la educación superior. Parece muy probable que nosotros tengamos mucho que aprender de ustedes.

Mirado más ligeramente, si es cuestión de activismo estudiantil nuestros radicales excepto en unas pocas universidades, parecen un reflejo débil de los de ustedes. Mi

(*) Versión española del Tema No. 8. Traducción hecha por la Secretaría General de la Conferencia.

colega, el Prof. Raúl Zaltsman tiene un divertido cuadro sobre su pared que muestra a un "bandido" mejicano, que podría ser también un estudiante, completo con espada, pistola, bandolera y sombrero, proclamando orgullosamente "Si usted desea hacer una revolución, ¿no contrataría a un profesional? – Si".

Es conveniente dividir el tema en varias categorías pero debemos comprender que esto es en cierta medida arbitrario y que todos los aspectos están interrelacionados.

LA MISION PROFETICA DE LA UNIVERSIDAD

A menudo nos preocupamos tanto del proceso educativo que no alcanzamos a ver cuál es la misión básica de nuestras instituciones de educación superior. Al hablar de profecía uno generalmente piensa en las figuras monumentales del Antiguo Testamento, y en verdad que esto proporciona una excelente analogía para diversos aspectos de la misión profética de la universidad. En primer lugar, deberíamos ser libres para proclamar la verdad tal como la descubrimos en todas las fases del comportamiento humano. Se debería poner énfasis en que estamos hablando no solo de la verdad científica, sino también de aquellas áreas de las artes liberales que se refieren a valores humanos, la calidad de la vida y la estética. Es esencial, entonces, que las universidades no estén tan estrechamente asociadas con la comunidad a la que sirven, que lleguen a ser incapaces de proclamar la verdad y criticar la sociedad contemporánea. En el mundo de habla inglesa en la universidad el rol del crítico ha sido dejado principalmente a los humanistas. La ingeniería y la tecnología se han desarrollado sobre líneas muy diferentes y se las ha reservado para que apliquen las verdades científicas, dando muy poca consideración a los valores humanos.

Vemos ahora que este vacío no puede ser mantenido por más tiempo en su integridad. Los problemas de nuestro ambiente y del proceso total de industrialización ponen a la educación en ingeniería en una posición única, en la cual estas otras verdades deben ser consideradas. Si vamos a ser profesionales verdaderos debemos participar en este rol profético. En mi propio campo de la ingeniería estructural nos hemos contentado con la crítica arquitectónica, y nuestras instituciones de ingeniería no han sido centros de discusión animada de soluciones estructurales, racionales e innovadoras, para las necesidades humanas. En forma similar, en la ingeniería ambiental se nos ha pedido demasiado a menudo que proporcionemos soluciones, a través de la investigación, a problemas específicos, y no que observemos el complejo problema de nuestro ambiente total, que no puede ser realmente separado de las actividades sociológicas, políticas y económicas que lo han ocasionado.

Indudablemente, para la mayoría de las personas el rol profético es el de predecir el futuro basado en la inspiración divina. Nosotros no deberíamos proclamar tal inspiración, ni deberíamos ser como el médico y astrólogo francés del siglo XVI, Nostradamus, quien afirmaba tener poderes especiales para ver el futuro. Más bien, como los profetas del

Antiguo Testamento, deberíamos ser capaces de predecir el desarrollo futuro en base a nuestra experiencia y al conocimiento pasado y presente.

Nada en el pasado reciente ha tenido una influencia tan profunda en cada aspecto de la sociedad contemporánea como el surgimiento de la tecnología. Esta revolución tuvo un origen artesanal muy humilde, extensamente divorciado de la ciencia "pura". Sin embargo, este movimiento se vio luego muy acelerado al aplicar los frutos de la investigación a los problemas tecnológicos. El estudio de las raíces y el crecimiento asombroso de la Revolución Industrial nos da una visión de las causas de muchos de los problemas de hoy, y ofrece la posibilidad de ver las consecuencias futuras de las actuales decisiones tecnológicas. Puede ayudar a determinar las prioridades futuras en términos de beneficios para la comunidad.

Sin embargo, en un sentido más extenso, necesitamos ser visionarios. Mucho de nuestro esfuerzo se gasta en defender la tecnología contra las afirmaciones de que está deshumanizando a la sociedad, o bien se nos llama, como campeones, para luchar y subyugar con las armas de la investigación a ciertos dragones que amenazan actualmente a la sociedad. Una consecuencia de la industrialización rápida ha sido una urbanización igualmente rápida y todavía no planificada. En ninguna parte esto se ve más claro que en la América Latina. Si continuamos en nuestro curso actual este proceso proseguirá a un ritmo acelerado. La visión que se necesita es la de la ciudad del futuro, que puede ser el logro más noble del hombre. ¿Creemos que sólo en la ciudad puede cada individuo alcanzar la libertad para desarrollar su verdadero potencial? ¿Es sólo en la ciudad dónde el hombre común tiene la libertad de elegir sus amigos, y sus actividades recreativas y culturales, dentro de un ámbito amplio, con la seguridad de poder obtener alimento, abrigo y servicios de salud adecuados? Extrañamente no han sido los ingenieros, que han hecho posible la ciudad moderna, los que han abrazado esta visión, sino más bien humanitarios y teólogos tales como San Agustín, Sir Thomas More, Robert Owen* y contemporáneos como Harvey Cox (2) y Louis Mumford (3). Mumford lo pone en forma muy sucinta cuando dice:

"Si las fuerzas de la vida, por otra parte, se uniesen, estaríamos al borde de una nueva implosión urbana. Cuando las ciudades fueron fundadas por primera vez, nos dice un antiguo escriba egipcio, la misión del fundador fue "poner los dioses en sus altares". La tarea de la ciudad futura no es esencialmente diferente: Su misión es poner las más altas preocupaciones del hombre en el centro de todas sus actividades: unir los fragmentos desperdigados de los humanistas, "expertos", agentes despersonalizados — para formar seres humanos completos, reparando el daño que se ha hecho por la separación vocacional, la segregación social, el énfasis en una función favorecida, tribalismos y nacionalismos, por la ausencia de alianzas organizadas y propósitos ideales.

(*) Para una discusión de las utopías del siglo XIX véase Benevolo, L. Los Orígenes del Planeamiento Urbano Moderno.

Antes de que el hombre moderno pueda ganar control sobre las fuerzas que actualmente amenazan su misma existencia, debe reasumir la posesión de sí mismo. Esto plantea la principal misión de la ciudad del futuro: la de crear una estructura visible regional y cívica, diseñada para poner al hombre a tono con su yo más íntimo y su mundo más extenso, unido a imágenes de crianza y amor humanos.

Debemos concebir ahora la ciudad, de acuerdo con esto, no primeramente como un lugar de negocio o gobierno, sino como un órgano esencial para expresar y actualizar la nueva personalidad humana”.

Si creemos en la ciudad debemos entonces proclamar la visión de Mumford, que sólo puede obtenerse mediante una tecnología en desarrollo, hecha posible por la investigación y la práctica de la ingeniería. Aun si no se comparte esta visión, nos estamos moviendo inexorablemente hacia una mayor urbanización y el estudio de todo este proceso, en particular los problemas de contaminación y de calidad ambiental, debería ser una de las metas más importantes de la universidad actual.

LA MISION INVESTIGADORA DE LA UNIVERSIDAD

Si se apoya el concepto de la misión profética de la universidad, la investigación se convierte en una actividad esencial de cada disciplina universitaria. Al mismo tiempo, la misión profética establece las metas y las probabilidades para la búsqueda de nuevos conocimientos y su aplicación a las necesidades de la sociedad. Aunque centros de investigaciones tales como el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente pueden desempeñar un rol vital en la investigación las universidades, debido a este compromiso profético, no pueden delegar su responsabilidad en esta materia. Deben buscar caminos para trabajar en conjunto y con otras instituciones investigadoras. Como puede verse en la sección siguiente, la investigación es también vital para una enseñanza universitaria efectiva.

No hay nada mágico con respecto a la investigación. Es simplemente la búsqueda organizada y esmerada de la verdad. Thomas Edison comentó en cierta ocasión que los inventos exitosos estaban compuestos de un 90% de transpiración y un 10% de inspiración. La investigación es así, no existe un “Camino Real” para el desarrollo de nuevo conocimiento.

Pese al rol revolucionario que ha desempeñado en nuestra época tecnológica la investigación de ingeniería en las universidades, la organización y perspectivas de muchas de estas instituciones siguen siendo muy conservadoras y han aun impedido las actividades de investigación debido a estructuras administrativas inflexibles. Es imperativo que esto no suceda en la investigación de ingeniería ambiental. Investigadores provenientes de las ciencias biológicas y básicas son esenciales para una investigación efectiva

referente a nuestro ambiente. Nuestra disciplina de ingeniería sanitaria tradicional ha crecido hasta abarcar el control de la contaminación del aire y de la contaminación por ruido, y la administración de desechos sólidos, manteniendo el énfasis tradicional en los recursos y calidad del agua. Para reflejar esta visión expandida de sus actividades muchos la están denominando ingeniería ambiental — una disciplina que envuelve a profesionales adiestrados como biólogos, químicos, ingenieros químicos y mecánicos, lo mismo que a ingenieros civiles. Debemos continuar alentando este enfoque interdisciplinario y estar dispuestos a alterar nuestra disciplina tradicional de ingeniería para facilitar y desarrollar capacidad de investigación para el futuro, y para adiestrar a profesionales que puedan aplicar el conocimiento desarrollado recientemente mediante estos esfuerzos interdisciplinarios de investigación.

Las universidades públicas en los Estados Unidos han estado fuertemente influenciadas por las instituciones británicas y europeas. Sin embargo, una contribución muy importante que ellas han hecho es el concepto de proporcionar liderazgo y servicio a la comunidad que las organiza. La investigación en ingeniería ha respondido a este concepto al poner énfasis en la investigación aplicada, que intenta resolver problemas prácticos que se presentan a los niveles nacionales, estatales y locales. Este compromiso ha significado a su vez que los proyectos de investigación sean auspiciados tanto por fuentes gubernamentales como privadas. En el mejor de los casos este sistema ha demostrado ser de real beneficio para todos los interesados.

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente proporciona un buen ejemplo de las posibilidades de un trabajo estrecho con universidades latinoamericanas. Un centro de esta especie puede ayudar a identificar las necesidades de investigación y a correlacionar los esfuerzos de investigación entre las universidades participantes, al mismo tiempo que desarrollar sus contribuciones propias. El actual programa de cursos cortos de la OPS puede ser un medio efectivo para transmitir a los ingenieros en ejercicio los frutos de la investigación. Este programa puede también ayudar al adiestramiento en la investigación sobre áreas especializadas. Las conferencias técnicas son otro medio importante de diseminar la información técnica y de integrar los esfuerzos de investigación.

La investigación aplicada se ha desarrollado muy bien en los Estados Unidos al ayudar a empresas industriales, y a agencias gubernamentales con una misión específica, tales como el Dpto. de Defensa o el Programa Espacial de la NASA. Como resultado muchas de nuestras universidades han desarrollado impresionantes programas de investigación. Sin embargo, hay varios peligros inherentes en ello. El más obvio es un nuevo Cautiverio Babilónico en el cual el auspiciador establece los objetivos de la investigación y la amplitud de la tarea. Como resultado la institución y el investigador individual pueden verse involucrados en investigaciones que tienen poco o nada que ver con las metas de sus programas, pueden no ser de interés público, o puede aun comprometer la ética profesional del investigador. En síntesis, el rol profético de la universidad puede verse restringido o eliminado.

Un segundo peligro es casi tan insidioso. Implica disipar la labor de investigación en trabajos principalmente de desarrollo que podrían ser hechos mejor en otros lugares. Además, las actividades de consultoría del personal, que son importantes, pueden ser tan extensas que la investigación sea efectivamente eliminada de las facultades de ingeniería. Una universidad debe lograr un compromiso apropiado entre la docencia, la investigación y la consultoría profesional.

Para ser leal a la misión profética de la universidad las condiciones deben ser adecuadas para que la investigación básica ocupe su correcto lugar junto a la investigación aplicada. En los altos círculos docentes es fácil ponerse de acuerdo en relación con esta meta, pero es mucho más difícil alcanzarla a menos que se disponga de recursos adecuados para este determinado propósito.

Las instalaciones y equipos adecuados deben estar disponibles para que se pueda desarrollar una investigación efectiva. Sin embargo, el recurso mayor es el profesor con misión creadora, bien preparado, y altamente motivado. Así el rol de la universidad viene a ser la creación de una atmósfera para la investigación a través de sus líderes académicos. Esto incluye, por un lado, establecer el espíritu profético, y por el otro hacer que la investigación sea valiosa para el individuo en términos de satisfacción personal y de proporcionarle los medios para alcanzar un éxito que lo recompense. Estas recompensas deberían incluir la oportunidad de acrecentar la propia estatura profesional, de proporcionar tiempo y facilidades para la investigación, y de otorgar salarios adecuados a los investigadores.

LA MISION DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD

Para lograr una perspectiva adecuada del rol de la universidad en la investigación, su misión docente debe considerarse como inseparable de ésta. En términos proféticos, enseñar involucra la proclamación y transmisión del conocimiento tanto a los que pertenecen a la comunidad académica como al público en general. En ingeniería, la enseñanza puede ser efectiva y pertinente sólo mediante la infusión continua del conocimiento obtenido por la investigación.

Tal como se espera que el profeta prediga el futuro, se espera que el profesor universitario enseñe. Sin embargo, el problema es ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar? Con la separación efectiva de la educación tecnológica y liberal nuestros profesores tenían una respuesta mucho más sencilla a estas preguntas. Anteriormente todo era cuestión de adiestrar a un ingeniero técnicamente competente, de quien se esperaba que se ganara la vida desde el día en que se graduase. La competencia técnica es todavía un ingrediente necesario entre los antecedentes del ingeniero profesional. La dificultad es que la masa de conocimientos en cualquier disciplina específica, tal como la ingeniería sanitaria, se ha expandido ampliamente y promete continuar haciéndolo.

Estamos en este momento educando ingenieros que ejercerán en el año 2,000. Para enfrentar este desafío los programas de ingeniería han puesto énfasis recientemente en lo fundamental, esperando que la aplicación de los principios científicos a la solución de los problemas de ingeniería será adquirida por el ingeniero joven a través de la experiencia. En la forma en que la profesión y los colegios de ingeniería están actualmente organizados en los Estados Unidos no hay seguridad de que esto ocurrirá, ni siquiera en la mayoría de los casos. Además, nuestro pensamiento en términos de programas educacionales debe permanecer flexible a fin de aprovechar las situaciones cambiantes. Los programas interdisciplinarios dentro de la ingeniería y con las ciencias que con ella se relacionan deben ser alentados con el reconocimiento de que estas actividades pueden conducir a un cambio completo de las disciplinas específicas que actualmente nos son queridas.

Más aún, la educación profesional debe involucrar al estudiante de ingeniería en el proceso de síntesis o, si ustedes prefieren, proyectar y darle la oportunidad de ser creador e innovador en la solución de problemas prácticos, como miembro de un equipo de diseño. En esta situación, el factor importante es el liderazgo, y no el individuo resuelto, como Ellet o Roebling, los famosos constructores de puentes suspendidos del siglo XIX, que deseaban "hacer las cosas solos", pero el liderazgo que represente algo para el equipo. Esto permitirá al ingeniero ocupar su adecuado lugar en la concepción, diseño y construcción de proyectos extremadamente complejos. En este papel el ingeniero necesita trabajar en administración y economía, lo mismo que en los temas estrictamente técnicos y tradicionales de ingeniería.

Un ingeniero necesita un respaldo en humanidades si va a tomar decisiones apropiadas sobre materias que influenciarán la calidad de la vida de mucha gente. Es sólo en las últimas dos décadas que estos estudios liberales han sido incluidos en nuestros programas de ingeniería. Aparte de varias excepciones notables, no han resultado efectivos para humanizar al ingeniero. El profesor Lynn White (4) proporciona una comprensión clara de cómo deben integrarse las educaciones tecnológica y liberal. Tal proceso interdisciplinario es esencial para la integridad de la universidad. En esta situación, fue casualidad que la ingeniería fuese aceptada en las universidades norteamericanas como una disciplina adecuada para la estructura universitaria, y no obligada a desarrollarse separadamente como es el caso de los sistemas europeos continentales.

Podrían citarse muchos ejemplos de las necesidades de este enfoque interdisciplinario. Sin embargo, como estudiante de historia recuerdo un caso que permite ilustrar este punto. Toda la historia política y social de Inglaterra durante los últimos 200 años está estrechamente involucrada con la explotación exitosa del hierro, el carbón, y el vapor. En este período relativamente corto se alteró toda la estructura del país. Parece extraño entonces que estudiantes de la historia de Inglaterra deban utilizar la cifra mnemotécnica BRAM 4689, un número telefónico ficticio, para recordar las importantes victorias continentales del Duque de Marlborough, sin aprender al mismo tiempo que el desarrollo contemporáneo, por Thomas Savory, de la primera máquina a vapor exitosa,

en 1702, tuvo un efecto más profundo en la historia del siglo XVIII. No se puede esperar que los historiadores hagan una evaluación completa y precisa de estos desarrollos técnicos sin la colaboración de ingenieros y científicos entendidos. En mi opinión, es sólo a través de estas actividades interdisciplinarias, que involucran tanto a la enseñanza como a la investigación, que las humanidades pueden tener significado para los ingenieros.

Al pensar en relación al proceso de enseñanza—aprendizaje, en lo referente a la educación en ingeniería, deberíamos preguntarnos si el método tradicional de conferencias es el más adecuado. Debemos aceptar el papel experimental, lo mismo que el cognoscitivo, en la educación en ingeniería. Debemos estar abiertos a nuevos desarrollos, tales como el diseño guiado, los laboratorios de auto—estudio y varias técnicas audio—visuales. Más importante aún, debemos agradecer a los miembros de la facultad que están dispuestos a dedicar su tiempo y talento al proceso de enseñanza—aprendizaje. En términos de educación debemos aceptar el papel desempeñado por nuestras sociedades técnicas y por los ingenieros en ejercicio en el proceso de enseñanza—aprendizaje. En los Estados Unidos necesitamos una colaboración mucho más estrecha entre nuestras sociedades profesionales, las instituciones educacionales, las industrias y las agencias gubernamentales que licencian ingenieros. El profesor Walter Engracia de Oliveira, de la Universidad de Sao Paulo, cree que éste es también un problema crítico en la América Latina.

CONCLUSION

Se ha intentado mostrar el papel de la universidad en la investigación en términos de una misión profética. Esta misión profética involucra el descubrimiento y proclamación de la verdad basado en el nuevo conocimiento obtenido mediante la investigación. Debemos ser libres y aceptar nuestras responsabilidades como críticos de la sociedad contemporánea. Más importante, debemos ser visionarios en términos de futuras posibilidades para la humanidad basadas en la tecnología.

Como ingeniero estructural aplaudo la sobresaliente contribución que la investigación y práctica de la ingeniería sanitaria han hecho a los niveles de salud desde comienzos del siglo. Esta contribución ha sido más notoria en el Occidente industrializado, pero queda mucho por hacer para extender nuestra tecnología a las naciones menos desarrolladas del mundo y para encontrar nuevas soluciones a problemas urgentes de contaminación ambiental que están amenazando la calidad de la vida en las naciones industriales más avanzadas. Las universidades deben encontrar caminos para trabajar en conjunto en forma mas efectiva, especialmente en la investigación de ingeniería. Tenemos mucho que aprender uno del otro.

Este es un gran reto para la ingeniería y para el rol de las universidades en la investigación frente a un ambiente desafiante.

REFERENCIAS

1. Benevolo, Leonardo, **The Origins of Modern Town Planning**, Instituto Tecnológico de Massachusetts, Cambridge, Massachusetts.
2. Cox, Harvey, "Secularization and Urbanization in Technological Perspective", **The Secular City**, The MacMillan Company, New York.
3. Mumford, Lewis, **The City in History**, Harcourt, Brace & World, Inc., New York.
4. White, Lynn, Jr., "Civilizing" the Engineer by "Civilizing" the Humanist, **Humanism and the Education of Engineer**, 3er Informe Anual 1962-63, Informe EDP No. 5-64, Departamento de Ingeniería, Universidad de California. Reproducido por permiso. pp. 141-156.

SPECIAL PRESENTATION

RESEARCH PROGRAM OF THE PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION

Dr. M. Martins da Silva
Chief of Department of Research Development and Coordination
Pan American Health Organization

The research activities of the Pan American Health Organization gained increased impetus with the establishment of the Institute of Nutrition of Central America and Panama in Guatemala City in 1949, the Pan American Foot-and-Mouth Disease Center in Rio de Janeiro in 1952, and the Pan American Zoonoses Center in Azul, Argentina, in 1956. During the last 20 years, these centers have made significant contributions to knowledge in nutrition, foot-and-mouth disease, tuberculosis, brucellosis, rabies, and hydatidosis.

An extended research program for the Organization was developed and put into operation in 1967 in response to the policy directions for research set forth by the Presidents of America at Punta del Este. The program concentrates in the following areas:

- Support of individual investigators and of research training schemes in fields that are directly relevant to health problems in the Americas;
- Development of multinational programs to make the best possible use of existing resources in the Region and to encourage cooperative efforts in research and research training;
- Application of operations research methodologies to the planning and administration of health programs so as to assure maximum returns from investments in this sector;
- Strengthening of *communications among biomedical scientists* in the Hemisphere; and
- Involvement of distinguished scientists from all parts of the world in the research being planned and carried out in the Region.

In each of these areas, specific activities are currently under way.

In the matter of **support for research**, PAHO and WHO offer a research grants program for assistance to investigators in fields related to the general activities of the Organization. Priorities are reviewed periodically by the PAHO Advisory Committee on

Medical Research. A volume containing summaries of 123 research projects in which PAHO currently participates was issued last year and is available upon request. The document shows that most of the financial support for these research activities comes from sources outside the Organization's regular budget.

The program in virology offers an example of results achieved in a PAHO-sponsored research activity. Devoted to the study of the ecology of arboviruses, specially the role of migratory birds in the spread of these viruses in tempered and tropical areas in the northern part of the Hemisphere, this project has been focused on the study on encephalitis viruses transmitted by arthropods in Mexico and Central America. Seven arboviruses, including the agents of Venezuelan encephalitis and St. Louis encephalitis, were isolated for the first time in Mexico and VE virus was also found in British Honduras and Guatemala where it has not been previously known to exist. In addition, Eastern encephalitis virus was isolated from the Petén in Northern Guatemala, thus establishing the endemicity of the virus in that area.

This program has also been productive in the area of research training. Since its inception, 33 individuals from a number of countries of the Region and outside the Hemisphere, have received field and laboratory training in research methods in virology, ornithology, ecology, and tropical medicine. Also a total of 40 scientific articles and 2 theses, have been published to describe the results of the program.

In the area of **research training**, as an example, PAHO with the financial assistance of the Wellcome Trust has developed a program for advanced training in clinical research, which is specifically designed to take advantage of the training potential of institutions and laboratories in Latin America and the Caribbean whose research activities are well recognized. Grantees – who must be nationals of the countries of Latin America and the Caribbean – are selected preferably from among physicians with less than five years' postdoctoral experience who are actively engaged in research in medical or allied sciences and who need further study in another country to increase their experience. The program is intended to offer the following advantages, among others: trainees will be more closely oriented towards the problems and conditions they are likely to find in their own countries when they return, and there will usually be no language barrier so that much loss of time will be avoided.

Another phase of our efforts is directed towards **multinational programs**. We are all aware that biomedical research in Latin America is characterized by strong points in practically every discipline related to health and medicine, but that these points tend to be specialized and isolated. Resources for research are very scarce and every effort must be made to combine forces. PAHO is therefore vigorously encouraging the development of multinational programs for research and research training. An example of such programs is in the field of immunology. The Organization has established two Immunology Research and Training Centers, one in Sao Paulo, Brazil, and the other

in Mexico City, which operate in coordination with three other WHO—sponsored centers outside the Region. The students, who come from all parts of Latin America and the Caribbean, are exposed to a research atmosphere and learn by example how research of high quality is conducted. Whenever possible, diseases of local public health importance are used as models for the training given.

To date, five annual courses of 4 to 8 months duration have been given at the postgraduate level, in Sao Paulo, to students from Brazil and other countries. Promising trainees may spend an additional seven months engaged in special investigations under the guidance of the staff.

The Center in Mexico City uses the laboratory facilities and permanent staff of seven cooperating institutions. It offers a unique three—year training program leading towards the Master's or Ph.D. degree, and it also gives shorter courses and seminars at the postgraduate level. Research is being conducted on a variety of subjects, in both their basic and applied aspects, that are relevant to the public health problems of the Region.

Operations research is another phase of our activity. One of the chief problems faced by health administrators in Latin America is how to make the most effective use of the limited resources available to them. This involves establishing an order of priorities, determining bases upon which to make choices, and developing objective means for deciding on the relative effectiveness of various programs. Operations research, as you all know, supplies the scientific methodologies so that administrators can arrive at the best possible solutions to such questions. These methodologies are currently being applied through the PAHO research program to health planning, blood bank operations, and manpower studies, among others. Recently, a life table approach to measuring the expected impact of various public health programs has been developed. This approach, by relating the possible paths of action to the age—disease entities that are most pressing, permits decisions as to which programs should be explored for implementation.

Several efforts are being made by the Organization in the area of strengthening **biomedical communications**. One of these has been the establishment by PAHO of the Regional Library of Medicine in Sao Paulo, Brazil, as a step toward correcting the serious deficiencies in the supply of information to the biomedical community, the shortage of trained library personnel, and the lack of awareness of modern procedures for the analysis and retrieval of scientific information which were disclosed in a survey of library resources in South America conducted by PAHO in 1965. The activities of the Library were begun in January 1969 and in the first year of operation consisted primarily of providing scientific information to the biomedical community in Brazil through the free photoduplication of scientific articles, through reference services, training of personnel, and exchange of duplicates of biomedical periodicals.

Through special arrangements with other Sao Paulo and Brazilian biomedical libraries, an active program of cooperation was begun for sharing available bibliographic resources to meet the needs of researchers and educators in Brazil. A similar program is now being developed in other countries of South America, especially in Argentina, Chile, and Venezuela. At the same time the Regional Library is promoting the creation of national documentation and scientific information centers in the Member Countries of PAHO as a basis for a *Pan American Biomedical Communications Network* to be coordinated by the Library. As part of this effort, the establishment of special subcenters is now underway in the most important specialized fields: genetics, immunology, endocrinology, nutrition, perinatology and human development, atomic energy, nuclear medicine, odontology, veterinary medicine, sanitary engineering, radiology, and the like.

The collection of biomedical journals has been increased considerably since operations began and the Library now has holdings under 4.152 different titles, of which some 2.234 are current including 1.423 that are acquired by subscription. Interlibrary loan services were initiated within Brazil in January 1969 and during the first six months of the current year (1971) 16.000 requests from libraries in Brazil and elsewhere were processed; 72% were satisfied from the Regional Library's own resources, 13% by other libraries in Sao Paulo that participate in the program, and 15% by the U.S. National Library of Medicine, in Bethesda, Maryland.

To increase communications among biomedical scientists in the Hemisphere, the PAHO research program also carries on an intensive schedule of **scientific meetings and symposia**. In addition to the special sessions held in conjunction with the annual meetings of the PAHO Advisory Committee on Medical Research, international conferences and symposia have been convened on a number of subjects of broad and immediate scientific and public health importance. Their published proceedings have been widely distributed and are recognized as valuable monographs for workers in a number of biomedical fields. Recent examples of such scientific meetings are the International Conference on the Application of Vaccines against Viral, Rickettsial, and Bacterial Diseases of Man; the International Symposium of Mycoses; the Symposium on Vector Control and the Recrudescence of Vector-borne Diseases; and the Symposium on Systems Analysis Applied to Health Services.

Mr. Chairman, the PAHO Advisory Committee on Medical Research completed 10 years last June. At their request a review of the Organization's research activities during the past decade was prepared by a consultant from whose report, with your permission Mr. Chairman, I would like to quote briefly from the chapter on accomplishments of the program:

"The accomplishments of PAHO in the field of research are numerous and important. A research program encompassing a variety of subjects and providing assistance to practically all Latin American countries has been

established. From a very small beginning with a minimum of administrative superstructure, an outlay of approximately \$3.5 million annually was reached and is being maintained. Although the program is being supported mainly from outside sources, the importance of the catalytic function of PAHO in securing sources of funds and identifying appropriate avenues for their use can not be underestimated.

“Research centers such as INCAP, the Pan American Zoonoses Center and that for Foot—and—Mouth Disease, the immunology research and training centers, the Latin American Perinatology Center, and others, who have benefited from PAHO support and guidance, have earned for themselves international reputations for the excellence of their work.

“A large number of consultants have been made available to assist institutions and individual scientists in their research activities. Meetings and conferences were organized that presented invaluable opportunities for discussion of research problems and exchanges among workers in given fields. A remarkable series of research documents have been published that include 125 technical reports and 24 scientific monographs”.



PRESENTACION ESPECIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES DE LA ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (*)

Dr. M. Martins da Silva
Jefe del Departamento de Coordinación y Desarrollo de Investigaciones
Organización Panamericana de la Salud

Las actividades de investigación de la Organización Panamericana de la Salud ganaron un ímpetu creciente con el establecimiento del Instituto de Nutrición de la América Central y Panamá en Ciudad de Guatemala en 1949, el Centro Panamericano de Fiebre Aftosa en Río de Janeiro en 1952, y el Centro Panamericano de Zoonosis en Azul, Argentina, en 1956. Durante los últimos 20 años estos Centros han hecho contribuciones significativas al conocimiento en nutrición, fiebre aftosa, tuberculosis, brucelosis, rabia, e hidatidosis.

En 1967, en respuesta a las directivas sobre política de investigación aprobadas por los Presidentes de las Américas en Punta del Este, se desarrolló y puso en operación un programa ampliado de investigaciones de la Organización. El programa se concentró en las siguientes áreas:

- Apoyo a investigadores individuales y a esquemas de adiestramiento en investigaciones en campos que están directamente relacionados con los problemas de salud en las Américas;
- Desarrollo de programas multinacionales para hacer el mejor uso posible de los recursos existentes en la Región y para alentar los esfuerzos cooperativos en investigaciones y en adiestramiento para la investigación;
- Aplicación de metodología de las operaciones de investigación al planeamiento y la administración de programas de salud para asegurar el máximo beneficio de las inversiones en este sector;
- Reforzamiento de las comunicaciones entre científicos biomédicos en el hemisferio; y
- Compromiso de científicos distinguidos de todas partes del mundo en la investigación que está siendo planificada y desarrollada en la Región.

En cada una de estas áreas existen actualmente actividades específicas en desarrollo.

(*) Versión española de la Presentación Especial. Traducción hecha por la Secretaría General de la Conferencia.

En lo que se refiere al apoyo a la investigación, la OPS y la OMS ofrecen un programa de subsidios para investigación para ayudar a investigadores en áreas relacionadas con las actividades generales de la Organización. Las prioridades se revisan periódicamente por el Comité Asesor de la OPS sobre Investigaciones Médicas. Un volumen que contiene los resúmenes de 123 proyectos de investigación en los cuales participa actualmente la OPS fue preparado el año pasado, y puede ser solicitado por los interesados. El documento muestra que la mayor parte del apoyo financiero para estas actividades de investigación proviene de fuentes separadas del Presupuesto Regular de la Organización.

El programa de virología ofrece un ejemplo de los resultados obtenidos en una actividad de investigación auspiciada por la OPS. Dedicado al estudio de la ecología de los arbovirus, especialmente al rol de los pájaros migratorios en la diseminación de estos virus en áreas tropicales y temperadas en la parte norte del hemisferio, este proyecto se ha enfocado al estudio de los virus de la encefalitis transmitida por antrópodos en México y la América Central. Siete arbovirus, incluyendo los agentes de la encefalitis venezolana y de la encefalitis de San Luis, fueron aislados por primera vez en México y se encontró igualmente virus VE en Honduras Británicas y Guatemala, donde no se sabía previamente que existieran. Se aislaron además virus de encefalitis oriental en Petén, en la parte norte de Guatemala, estableciendo así su endemidad en esa área.

Este programa ha sido también productivo en el área del adiestramiento para la investigación. Desde su puesta en marcha, 33 personas de diferentes países de la Región, y de fuera del Hemisferio, han recibido adiestramiento en técnicas de investigaciones en el terreno y en el laboratorio, en virología, ornitología, ecología, y medicina tropical. Se ha publicado también un total de 40 artículos científicos y dos tesis, que describen los resultados del programa.

En el área del adiestramiento para la investigación, por ejemplo, la OPS, con la ayuda financiera del Wellcome Trust, ha desarrollado un programa para adiestramiento avanzado en investigaciones críticas, el que está diseñado específicamente para aprovechar el potencial de entrenamiento de las instituciones y laboratorios de la América Latina y el Caribe, cuyas actividades de investigación son bien reconocidas. Los beneficiarios — que deben ser nacionales de los países de la América Latina y el Caribe — se seleccionan de preferencia entre médicos con menos de 5 años de experiencia postdoctoral, que estén trabajando activamente en investigaciones en ciencias médicas o de colaboración, y que necesitan un mayor estudio en otro país para aumentar su experiencia. El objetivo del programa es ofrecer, entre otras, las siguientes ventajas: Los beneficiarios deben estar muy estrechamente orientados hacia los problemas y condiciones que es probable que encuentren en sus propios países cuando regresen y habitualmente, para evitar mucha pérdida de tiempo, el lenguaje no debe ser una barrera.

Otra fase de nuestros esfuerzos está dirigida hacia los **programas multinacionales**. Todos estamos conscientes de que la investigación biomédica en la América Latina se caracteriza por puntos fuertes en prácticamente cada disciplina relacionada con la salud y la medicina, pero que estos puntos tienden a ser especializados y aislados. Los recursos para la investigación son muy escasos y debería hacerse cualquier esfuerzo para combinar las fuerzas. La OPS está por esto apoyando vigorosamente el desarrollo de programas multinacionales para investigación y adiestramiento en investigación. En el campo de la inmunología, tenemos un ejemplo de estos programas. La Organización ha establecido dos Centros de Adiestramiento e Investigación en Inmunología, uno en Sao Paulo, Brasil, y el otro en Ciudad de México, los que operan en coordinación con otros tres centros auspiciados por la OMS fuera de la Región. Los estudiantes, que vienen de todas partes de la América Latina y el Caribe, están expuestos a una atmósfera de investigaciones y aprenden por el ejemplo como se desarrolla investigación de alta calidad. Cuando es posible, se utilizan como modelo para el adiestramiento las enfermedades de importancia local para la salud pública.

Hasta la fecha se han dado en Sao Paulo cinco cursos anuales de cuatro a ocho meses de duración a nivel de postgraduados, para estudiantes de Brasil y otros países. Los más prometedores pueden emplear siete meses adicionales ocupados en investigaciones especiales bajo la guía del personal del Centro.

El Centro en Ciudad de México utiliza los laboratorios y el personal permanente de siete instituciones cooperadoras. Ofrece un programa de adiestramiento único de tres años que conduce al título de Maestro o de Doctor, y da también cursos más cortos y seminarios a nivel de postgrado. Se hace investigación sobre una variedad de temas, tanto en sus aspectos básicos como aplicados, de importancia para los problemas de salud pública de la Región.

La **investigación de operaciones** es otra fase de nuestras actividades. Uno de los principales problemas que deben enfrentar los administradores de salud en la América Latina es cómo hacer el uso más efectivo de los limitados recursos de que disponen. Esto significa establecer un orden de prioridades, determinar las bases sobre las cuales se pueden hacer las selecciones, y desarrollar métodos objetivos para decidir sobre la efectividad relativa de varios programas. La investigación de operaciones, como ustedes saben, proporciona la metodología científica para que los administradores puedan alcanzar las mejores soluciones posibles a estos problemas. Estas metodologías se están aplicando actualmente, a través del programa de investigaciones de la OPS, a la planificación en salud, operación de bancos de sangre, y estudios de personal, entre otros. Recientemente se ha desarrollado un enfoque del tipo tabla de vida para medir el impacto esperado de varios programas de salud pública. Este enfoque, al relacionar los posibles caminos de acción con las entidades edad-enfermedad más urgentes, permite tomar decisiones relacionadas con los programas que deberían ser explorados para su puesta en práctica.

La Organización ha realizado diversos esfuerzos en el área del **fortalecimiento de las comunicaciones biomédicas**. Uno de éstos es el establecimiento por la OPS de la **Biblioteca Regional de Medicina en Sao Paulo, Brasil**, como un paso hacia la corrección de las serias deficiencias en el suministro de información a la comunidad biomédica, la escasez de personal adiestrado en bibliotecas, y la falta de conocimiento de los modernos procedimientos para el análisis y recuperación de la información científica, descubierta en una encuesta de recursos de biblioteca en Sudamérica realizada por la OPS en 1965. Las actividades de la Biblioteca comenzaron en enero de 1969 y el primer año de operación se empleó principalmente en proporcionar información científica a la comunidad biomédica en Brasil, mediante la fotoduplicación gratuita de artículos científicos, servicios de referencia, adiestramiento de personal e intercambio de duplicados de periódicos biomédicos.

A través de arreglos especiales con otras bibliotecas biomédicas de Sao Paulo y el Brasil, se ha iniciado un programa activo de cooperación para compartir los recursos bibliográficos disponibles, con el objeto de atender las necesidades de investigadores y educadores del Brasil. Un programa similar está siendo actualmente desarrollado en otros países de Sud América, especialmente en Argentina, Chile y Venezuela. Al mismo tiempo, la Biblioteca Regional está promoviendo la creación de centros nacionales de documentación e información científica en los Países Miembros de la OPS como una base para una Red Panamericana de Comunicaciones Biomédicas que sería coordinada por la Biblioteca. Como parte de este esfuerzo, el establecimiento de sub-centros especiales está siendo actualmente desarrollado en los campos especializados más importantes: Genética, inmunología, endocrinología, nutrición, perinatología y desarrollo humano, energía atómica, medicina nuclear, odontología, medicina veterinaria, ingeniería sanitaria, radiología, y similares.

La colección de revistas biomédicas se ha incrementado considerablemente desde que comenzaron las operaciones y la Biblioteca dispone actualmente de 4,152 títulos diferentes, de los cuales 2,234 se publican regularmente, incluyendo 1,423 adquiridos por suscripciones. En enero de 1969 se iniciaron en Brasil los servicios de préstamos interbiblioteca, y durante los primeros seis meses del presente año (1971) se procesaron 16,000 peticiones de bibliotecas de Brasil y de otros lugares; el 72% fueron satisfechas con los propios recursos de la Biblioteca Regional, el 13% por otras bibliotecas de Sao Paulo que participan en el programa, y el 15% por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, en Bethesda, Maryland.

Para incrementar las comunicaciones entre científicos biomédicos en el Hemisferio, el programa de investigaciones de la OPS también desarrolla un plan intensivo de **reuniones y simposios científicos**. Además de las sesiones especiales sostenidas en conjunto con las reuniones anuales del Comité Asesor sobre Investigaciones Médicas de la OPS, se ha llamado a conferencias y simposios internacionales sobre numerosos temas de amplia e inmediata importancia científica y para la salud pública. Las actas han sido dis-

tribuidas ampliamente y son reconocidas como monografías valiosas para los trabajadores en numerosos campos biomédicos. Ejemplos recientes de estas reuniones científicas son la Conferencia Internacional para la Aplicación de Vacunas contra las Enfermedades Virales, Riquetsiales y Bacterianas en el Hombre; el Simposio Internacional de Micosis; el Simposio sobre Control de Vectores y la Recrudescencia de Enfermedades transmitidas por Vectores; y el Simposio sobre Análisis de Sistemas Aplicados a los Servicios de Salud.

Señor Presidente, el Comité Asesor en Investigaciones Médicas de la OPS cumplió 10 años en junio pasado. A su petición, una revisión de las actividades de investigación de la Organización durante la década pasada fue preparada por un consultor de cuyo informe, con permiso del señor Presidente, desearía reproducir una breve cita, del capítulo sobre logros del programa:

“Los logros de la OPS en el campo de la investigación son numerosos e importantes. Se ha establecido un programa de investigaciones que abarca una variedad de temas y que colabora con prácticamente todos los países latinoamericanos. A partir de un comienzo muy modesto, con un mínimo de superestructura administrativa, se ha alcanzado un presupuesto de aproximadamente 3.5 millones de dólares anuales, el que está siendo mantenido. Aunque el programa ha sido apoyado principalmente por fuentes externas no puede subestimarse la importancia de la función catalítica de la OPS al recolectar los fondos e identificar los caminos apropiados para su utilización”.

“Centros de Investigación tales como INCAP, el Centro Panamericano de Zoonosis y el de Fiebre Aftosa, los centros de adiestramiento e investigaciones en inmunología, el Centro Latinoamericano de Perinatología, y otros, que se han beneficiado del apoyo y la guía de la OPS, han ganado para sí mismos una reputación internacional por la excelencia de su labor”.

“Un gran número de consultores ha sido puesto a la disposición de instituciones y científicos individuales para asesorarlos en sus actividades de investigación. Se organizaron reuniones y conferencias que han presentado oportunidades invalorables para la discusión de problemas de investigación y el intercambio entre personas que trabajan en campos determinados. Se ha publicado una notable cantidad de documentos de investigación, incluyendo 125 informes técnicos y 24 monografías científicas”.