

ENSEÑANZA DE INGENIERIA SANITARIA EN AMERICA LATINA*

GORDON M. FAIR

Profesor de la Cátedra "Gordon McKay" de Ingeniería Sanitaria y de la Cátedra "Abbot y James Lawrence" de Ingeniería, de la Universidad de Harvard,

Y

EFRAIN RIBEIRO

Ingeniero Sanitario, Departamento de Saneamiento del Medio, Oficina Sanitaria Panamericana

INTRODUCCION

El momento actual parece propicio al autoexamen, en cuanto a la enseñanza de ingeniería en general y de ingeniería civil y sanitaria en particular. La necesidad de introspección no se limita a país determinado alguno, sino que es de carácter mundial, y sus razones son múltiples. Entre éstas, son las principales el avance científico, que hace posible el uso creador de nuevos descubrimientos mediante la investigación y desarrollo de la ingeniería; el rápido aumento de la población, que viene a añadir a las naciones una responsabilidad más en cuanto a la seguridad de masas humanas cada vez mayores, y el reconocimiento del postulado de Lincoln según el cual el mundo no puede vivir mitad esclavo y mitad libre, lo cual amplía la demanda de un nivel de vida más elevado e impone un ritmo más acelerado de industrialización y de general desenvolvimiento social.

Exponente del interés de los ingenieros por la enseñanza de su profesión en estos momentos, son, por ejemplo, las tres conferencias celebradas en Estados Unidos de América en el plazo de un solo año. Una de ellas, sobre el estudio de la Enseñanza de Ingeniería Sanitaria, fue organizada por la *Cooper Union*;¹ otra, la Conferencia de Estudio sobre Enseñanza Graduada de Ingenieros Sanitarios, se celebró bajo los auspicios del *American Sanitary Engineering Inter-society Board*,² y la tercera fue en realidad

una serie de conferencias celebradas con ocasión del centenario del Instituto Tecnológico de Massachusetts.³ Noticias procedentes de otros países dan también pruebas de interés similar en otras partes. De la mayor importancia para la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS) son la Conferencia sobre la Enseñanza de la Ingeniería Sanitaria en América Latina, celebrada en Lima, Perú, en julio de 1961, patrocinada por la Organización Panamericana de la Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería, en calidad de huésped de la conferencia, así como la encuesta iniciada en 1960 por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), con la cooperación de instituciones docentes latinoamericanas dedicadas a esta enseñanza.

Es natural que, en momentos en que se ha visto cambiar en mayor escala que nunca el ambiente en que vive el hombre, la demanda de ingenieros competentes que puedan proteger y fomentar la salud pública mediante el control del medio en que viven, sea intensa e importante. Por consiguiente, la formación de ingenieros en materia de higiene pública o saneamiento del medio, interesa sobre todo a los ingenieros, trabajadores y educadores sanitarios, así como a las autoridades de índole internacional, nacional y locales. El fomento del abastecimiento público de agua por parte de las Naciones Unidas en todo el mundo, así como el programa mundial de erradicación de la malaria, son buenos ejemplos de la presente necesidad de ingenieros sanitarios competentes.

* Trabajo presentado en el VIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria (AIDIS), celebrado en Washington, D. C., del 10-15 de junio de 1962.

¹ *Civil Engineering Education*, American Society of Civil Engineers, Nueva York, 1961.

² *Report of Study Conference on the Graduate Education of Sanitary Engineers*, Instituto Tec-

nológico de Massachusetts, Cambridge, Mass., 1960.

³ Aún por notificar, pero véase la referencia 1.

Este trabajo tiene un doble objeto. En primer término, el de familiarizar al lector con algunos aspectos de la enseñanza de ingeniería sanitaria en Latinoamérica, a fin de que vea la situación reinante con alguna noción de las causas históricas, económicas y sociales que los motivan y limitan el grado y ritmo del progreso de estos países que pueda esperarse en un futuro próximo; el segundo propósito de este trabajo es exponer los resultados de la encuesta de la OPS obtenidos hasta la fecha sobre dicha enseñanza.

LAS UNIVERSIDADES DE AMERICA LATINA

Universidades y escuelas de ingeniería

Lógicamente, las universidades de América Latina, salvo en Haití, derivan de las universidades de la Península Ibérica y, a través de éstas, de la Universidad de Padua. En ciertos casos, ha influido en su estructura alguna institución "misionera", como la Universidad de Mackenzie, en São Paulo. Por lo demás, la trama y urdimbre del telar de la enseñanza han creado una pauta de organización, administración, sostenimiento, enseñanza y aprendizaje bastante similar a la de las instituciones docentes de España y Portugal. La enseñanza primaria y secundaria, así como los estudios superiores, siguen esta pauta del "viejo mundo". En otras palabras, a diferencia de la herencia cultural de Estados Unidos de América, que es anglosajona, la de América Latina es en grado predominante europea-continental. Así, pues, en cualquier evaluación de las instituciones latinoamericanas se deben tener claramente en cuenta estos aspectos históricos. La incompreensión de la herencia cultural de América Latina puede conducir a errores de bulto en la interpretación de los resultados de una encuesta acerca de los sistemas educativos vigentes.

Entre las instituciones de enseñanza superior, las facultades y escuelas de ingeniería son, relativamente, nuevas en todo el mundo. Excepto en Francia, pocos centros docentes de ingeniería tienen un siglo de existencia, y Francia, en cierto sentido, se

convirtió en la madre de la enseñanza de ingeniería cuando estableció en su Escuela Politécnica un programa de dos años de formación en ciencias físicas y matemáticas. Por lo que se refiere a la ingeniería civil, más que a la militar (la Escuela Politécnica prepara para ambas especialidades), estos años "preclínicos" fueron seguidos de programas de dos años relativos a las especialidades de ingeniería; la Escuela de Puentes y Carreteras fue la primera escuela especial no militar dedicada a la enseñanza de "ingeniería civil". Esta escuela ya existía cuando se creó la Escuela Politécnica. En cierto sentido, fue creada por el Ministerio de Obras Públicas y los ingenieros graduados en la misma ingresaban normalmente en este servicio gubernamental. Debido a que los profesores de la escuela estaban íntimamente relacionados con la construcción de nuevas obras públicas, la instrucción ofrecida en los "años clínicos" de la enseñanza de ingeniería se orientó hacia los detalles de la práctica. Sin embargo, como la instrucción seguía las directrices de la formación altamente matemática y científica de la Escuela Politécnica, incluso la enseñanza de la ingeniería práctica era matemática y científica, pues el grado de conocimientos así lo permitía.

Por la novedad y la ejemplaridad de la ingeniería en Francia, la enseñanza de esta materia en la Europa continental siguió, en gran parte, el modelo francés. Este se transmitió asimismo a América Latina y puede afirmarse con bastante certeza que hasta fecha tan reciente como la de la Segunda Guerra Mundial, los ingenieros latinoamericanos seguían los textos franceses más bien que los ingleses. Sin embargo, a diferencia de la mayoría de las instituciones docentes de ingeniería de la Europa continental, los centros latinoamericanos de esta índole estaban en su mayoría dentro de la órbita universitaria. En ésta surgieron, bien como facultades (en general en las universidades pequeñas) o como escuelas de ingeniería. Son pocas en Latinoamérica las escuelas técnicas o las universidades de ingeniería. Del prototipo de las escuelas francesas procede, pues:

1) La sólida base teórica del plan de estudios;
2) la preponderancia de las clases orales en el sistema de enseñanza;

3) la importancia concedida a la lenta transcripción a los cuadernos de los alumnos de lo escrito en la pizarra por el profesor con todo detalle y, a veces, con extraordinaria destreza;

4) la falta de libros de texto y hasta de obras de consulta distintas de los manuales, y

5) la abundancia de clases orales en detrimento de las prácticas de laboratorio y sobre el terreno. De Europa continental procede, asimismo, la contratación de ingenieros en ejercicio para enseñar ingeniería. Esto se lleva hasta un punto exagerado, por la estrechez económica de los recursos universitarios.

Ingeniería civil y sanitaria

En muchos países latinoamericanos, retrasados en producción industrial, si bien necesitados de toda clase de obras públicas, las directrices de la enseñanza y de la práctica se han orientado muy en especial hacia la ingeniería civil. Aquí y allá se han añadido departamentos de ingeniería industrial (electro-mecánica, químico-minera, etc.) y de materias incluso más especializadas. Desde luego, hay escuelas o facultades de ingeniería que no cuentan con un departamento de ingeniería civil, pero son las menos.

En general, la ingeniería sanitaria, a semejanza de otros países, se enseña como parte de la ingeniería civil, y la amplitud de su instrucción varía desde un simple curso sobre abastecimiento de agua y eliminación de aguas residuales, hasta una serie de ellos. En estos casos, la purificación del agua y el tratamiento de aguas servidas, y a veces la química y biología sanitarias, así como el saneamiento en general (vivienda, eliminación de desechos, contaminación del aire e higiene del trabajo) se añaden a la materia más estrictamente hidráulica del abastecimiento de agua y eliminación de aguas cloacales.

Buena parte de la enseñanza de materias de ingeniería en América Latina es una exposición de la práctica más que de los principios. En cierto grado, esto también es cierto en Estados Unidos de América. Sin embargo, en la enseñanza estadounidense se

halla en fermento una tendencia a relegar este tipo de instrucción a los años de prácticas, y a prestar, en cambio, una mayor atención a la estructura de una determinada materia que a sus aspectos funcionales. Esta nueva orientación de la enseñanza de la ingeniería sanitaria no se presta a la función docente a tiempo parcial, por ingenieros en ejercicio. Los profesores latinoamericanos se muestran reacios a eliminar abundante material duplicado sobre los fundamentos de la hidráulica aplicada o la ingeniería hidráulica. Al contrario, se insiste en enseñar por separado materias sobre abastecimiento de agua y alcantarillado municipales, sobre sistemas de regadío y desagües agrícolas, sobre energía hidroeléctrica, aprovechamiento de ríos y administración de puertos. El argumento aducido en favor de ello es la dificultad de coordinar la enseñanza de los expertos en tales materias, aun cuando muchos de los principios de tales aplicaciones son comunes.

Hasta la fecha, la demanda de ingenieros especializados en prevención de la contaminación del aire e higiene del trabajo ha sido escasa en Latinoamérica. No obstante, es indudable que con la expansión urbana y la industrialización se incrementará el interés por estos aspectos del saneamiento.

Profesores latinoamericanos

En la última generación, un número considerable de profesores latinoamericanos, así como de ingenieros empleados en proyectos de demostración de ingeniería sanitaria, han sido enviados a universidades estadounidenses, mediante becas concedidas, primero, por la Fundación Rockefeller, y desde 1942, por el Gobierno de Estados Unidos de América. Como consecuencia, la orientación de los profesores más jóvenes se inclina firmemente hacia las directrices de Estados Unidos de América, tanto en lo relativo a material docente, como a la dotación de bibliotecas y equipo de los laboratorios ora existentes o de nueva construcción. Por otra parte, se han enviado a América Latina profesores norteamericanos, en misiones a corto plazo.

Ultimamente, la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud, ha concedido asimismo becas con el mismo objeto.

En la fase actual de desarrollo de la economía latinoamericana la enseñanza es, por lo general, una actividad secundaria en la vida de un profesor. De ordinario, no hay enseñanza a tiempo completo, en el verdadero sentido de esta expresión. Los profesores sólo dedican unas cuantas horas a la universidad, durante el curso, y, en el fondo, ninguna después de la terminación del mismo. La necesidad de lograr unos ingresos razonables, obliga a los profesores a dedicarse al diseño o construcción de obras de ingeniería, al margen de las actividades docentes. Con frecuencia, las horas de clase que se pagan a un profesor son, de hecho, más de las que éste puede dedicar a la labor universitaria en sus días de mucho trabajo. En tales casos, la enseñanza, y no el ejercicio de la profesión, es la que sale perdiendo. Esto es particularmente cierto respecto de hombres de edad madura, que tienen obligaciones económicas mayores. Estos son, precisamente, los hombres que mejor pueden transmitir experiencia al alumno. Lo peor del caso es que pueden verse obligados a abandonar la enseñanza por completo, por mucha vocación que tengan para la misma. En realidad, hay pruebas de que profesores e ingenieros expertos dejan, con harta frecuencia, sus puestos docentes en el momento en que sus servicios son más valiosos para los estudiantes. Una situación semejante se da en los servicios gubernamentales. Por consiguiente, todo aquel que visite facultades de ingeniería o instituciones gubernamentales dedicadas a la ingeniería en Latinoamérica, no debe sorprenderse si se encuentra en las mismas hombres jóvenes, con la posible excepción de los funcionarios administrativos permanentes en cualquiera de estos organismos.

Si se desea establecer una verdadera profesión docente en América Latina, el profesor titular ha de convertirse en profesor de hecho, y no sólo de nombre. Esto sólo

puede conseguirse si se le releva del apremio de tener que ganarse la vida ejerciendo privadamente su profesión. Si bien a un profesor a tiempo completo debe permitírsele que preste servicios de consultor a organismos consultivos o gubernamentales, ha de exigírsele que dedique la mayor parte de sus horas de trabajo (por ejemplo, el 80%) a la enseñanza e investigación dentro de la universidad. Cierta grado de dedicación al ejercicio de la ingeniería es conveniente.

De ordinario, la creación de cátedras de ingeniería a tiempo completo puede reducir el número de profesores asociados a una determinada facultad, y las universidades latinoamericanas suelen esgrimir el argumento de que cierto número de los especialistas más competentes en una determinada materia pueden perderse para la enseñanza si se crean puestos a tiempo completo. A este argumento responderemos más adelante. El progreso de la enseñanza de la ingeniería en Latinoamérica debe tener, como primera meta, el establecimiento de, cuando menos, un profesor a tiempo completo en cada una de las Repúblicas. Como ya se ha indicado, esta persona habrá de ser competente en su especialidad y recibirá un sueldo que le exima de la necesidad de ejercer en privado su profesión. El empleo a tiempo completo permitirá también al profesor dedicarse a la investigación y a publicar trabajos originales, así como estar a disposición de los alumnos para responder a sus consultas.

Alumnos latinoamericanos

Como sus compañeros de otras partes, el estudiante de ingeniería de las universidades latinoamericanas, tiene vocación y es muy trabajador. Como grupo, los alumnos de ingeniería están más interesados en los hechos que en las ideas y, normalmente, su trabajo les absorbe tanto tiempo que sus actividades políticas son menores que las de sus colegas de otras facultades o escuelas de la misma universidad. Es lástima que, en estas circunstancias, los métodos de enseñanza sean, con demasiada frecuencia, de tal índole que no alienten el interés de los

alumnos por las tareas docentes y causen falta de asistencia a clase. Si ésta se complementara con reuniones de sección, discusiones, grupos de conferencias, y trabajos de delineación, prácticas de laboratorio y ejercicios sobre el terreno, desaparecerían muchas críticas del sistema de clases orales.

La falta, o carestía, de libros de texto, de obras de consulta y revistas profesionales no permite que el estudiante establezca los cimientos de su biblioteca profesional durante sus años universitarios. Los apuntes que toma en clase constituyen su vademécum. Con frecuencia no aprende a utilizar una biblioteca profesional y no se familiariza con el contenido que las distintas revistas y las publicaciones oficiales contienen. Por lo tanto, la formación profesional no prosigue tan bien como debiera una vez que el alumno sale de la universidad.

En América Latina, muchas obras de ingeniería las hacen empresas extranjeras. Si bien en algunas de sus actividades emplean personal del país, lo hacen casi siempre para trabajo subalterno. Por estas y otras razones, es difícil a los jóvenes ingenieros progresar mediante la experiencia en materia de planeamiento, diseño y construcción, todo ello tan esencial para el pleno y rápido desenvolvimiento profesional. Los ingenieros jóvenes que ingresan en los organismos oficiales dedicados a toda clase de trabajos de ingeniería—investigación, planeamiento, diseño y ejecución—encuentran a veces que sus nuevos jefes son en realidad sus antiguos profesores. Esto puede privar a esos ingenieros jóvenes de la oportunidad de adquirir en la experiencia nuevos puntos de vista, con lo que las posibilidades de perfeccionamiento profesional son menores de lo que serían de otra manera.

Si las instituciones docentes latinoamericanas desean alcanzar un grado suficiente de preparación en ingeniería sanitaria, han de crear un plan de estudios de esta disciplina para los alumnos de ingeniería, o requerir enseñanza especial en dicha materia a los ingenieros ya graduados. En Estados Unidos

de América, las objeciones a una especialización prematura, han desplazado la enseñanza de la ingeniería sanitaria a un curso de un año para graduados. Son menos de media docena las instituciones donde se ofrece enseñanza de esta clase a los no graduados.

Hay objeciones a ambos sistemas. La especialización del no graduado puede “congelar” a un alumno en un programa que no sea el que más le interese o mejor se adapte a sus aptitudes. Asimismo, puede reducir sus oportunidades de empleo después de graduarse. Al mismo tiempo, puede restar a su programa materias que, a la larga, quizá le resulten más provechosas que los llamados cursos “profesionales”, los cuales son, de ordinario, el remate de su formación universitaria y le son de provecho inmediato para empleo en cualquier empresa.

Hay que decir, con toda franqueza, que la enseñanza destinada a graduados en ingeniería sanitaria, suele ser objeto de crítica en los círculos universitarios por no considerarla como “postgraduada” en la verdadera acepción de la palabra. Y esto es verdad, en cierto modo, porque en ella figuran materias que, en ciertos casos, se incluyen en los planes de estudio de graduación en otras disciplinas. Ejemplos de ello son la química o la biología de una u otra clase. Dicho sea de paso, esto supone también una crítica de los planes de estudio de las escuelas de salud pública. Incluso si el trabajo progresa al ritmo propio de un curso para graduados, es una “continuación” de la enseñanza, y no enseñanza de “postgraduados”, porque buena parte de aquél no se basa directamente en disciplinas enseñadas en años previos a la graduación. Sin embargo, nuevos experimentos en la enseñanza de ingeniería sanitaria, para graduados, prometen soslayar estas críticas, pero estos ensayos no pueden considerarse a punto de que los profesores latinoamericanos los apliquen, pues hay que comprobarlos antes.

Los conceptos sobre especialización tanto de graduados como de no graduados, se han de hacer llegar tanto a los alumnos como a los profesores y autoridades universitarias,

para que ambos programas puedan alcanzar el éxito apetecido.

En lugar de la instrucción oficial en ingeniería sanitaria para graduados, hay la posibilidad de un nuevo enfoque de continuidad docente en la especialidad que nos ocupa mediante los "institutos de ingeniería sanitaria". Esta posibilidad se discutirá en la sección siguiente de este trabajo. Debemos añadir que ciertos institutos de ingeniería, como los de hidráulica, se han establecido con éxito en algunas universidades latinoamericanas. La importante contribución hecha por dichos institutos para la solución de problemas específicos relativos al diseño de obras de ingeniería que habían sido proyectados, justificaron, en general, la creación y costo de tales institutos.

Investigación en Latinoamérica

Si una tesis es requisito esencial para graduarse, en la mayoría de las instituciones de ingeniería latinoamericanas, los problemas planteados y la labor hecha se reducen en general a pesquisas bibliográficas y a diseños computativos, lo que se acerca más a un ejercicio o examen de fin de curso que a un proyecto de investigación.

Se ha observado que, por lo común, los estudiantes más capaces en ciencias puras y aplicadas se sienten atraídos hacia los trabajos nuevos e interesantes. Por lo tanto, es lógico suponer que mientras no haya también tales oportunidades en laboratorios adecuados de ingeniería sanitaria, de las instituciones latinoamericanas, habrá escaso incentivo para la labor universitaria a tiempo completo y poca aportación de los alumnos, en forma de nuevos conocimientos en la esfera sanitaria. Esto es de lamentar porque, entre 200 millones aproximados de personas, es indudable que hay muchas de gran inteligencia y aptitud. Hasta la fecha este potencial humano está por explotar en gran parte en lo que respecta a la ingeniería sanitaria.

Como primer paso del fomento de la investigación, hay la posibilidad de establecer en las universidades de América Latina, bien dentro de las mismas o en

asociación con ellas, laboratorios de estudio de los problemas de importancia local más inmediata. Ya iniciada su labor, es indudable que, en el momento oportuno, se ampliará y orientará hacia una investigación de orden más fundamental y hacia un tipo de enseñanza graduada de carácter no oficial basada en la autoeducación.

La profesión de ingeniería en Latinoamérica

Desde el punto de vista del ingeniero e investigador profesionales, en América Latina faltan datos fundamentales sobre un cierto número de materias, entre ellas estadísticas demográficas y existencias de recursos naturales.

Buena parte del diseño de las obras de ingeniería sanitaria se basa en previsiones de la población, y la mejor medida de muchos de los progresos logrados o de las necesidades en ingeniería sanitaria se encuentra con frecuencia en los informes de morbilidad y mortalidad. Y ambos tipos de estadísticas o bien son inadecuados o poco fidedignos en muchos países latinoamericanos. Sin embargo, hay indicios de un gran interés en las Repúblicas Latinoamericanas por saber más acerca de sus respectivos habitantes y sobre su estado de salud y bienestar.

Es indudable que el planeamiento, diseño y funcionamiento de obras sanitarias no puede llevarse a cabo como es debido, si no se dispone de datos fidedignos sobre los recursos hidráulicos que hay que utilizar. Debe conocerse, asimismo, la clase y cantidad de otros recursos: terrenos, arenas, rocas, maderas, hulla y muchos más. Ejemplos de los datos que, con respecto al agua, se requieren son los siguientes: precipitación pluvial, incluso la procedente de vertederos de tormentas e inundaciones, evaporación del agua superficial, acumulaciones de nieve en la parte alta de cuencas hidrográficas y ritmo de fusión de la misma, caudal de las corrientes de agua y de las inundaciones, y acumulación y movimiento de aguas subterráneas. Para utilizarlas debidamente, estas constantes hidrológicas deben ir acom-

pañadas de datos topográficos y geológicos en mapas convenientes al respecto.

Para que la enseñanza sea eficaz, este tipo de datos debe ser la base de los problemas que haya de resolver el alumno. Por consiguiente, hay muy buenas razones para que las instituciones docentes y gubernamentales cooperen; y mucho más, porque los datos actuales de esta naturaleza no son tan completos como podrían serlo en muchas de la República Latinoamericana. Las diferencias de clima, de estructura económico-social y desarrollo urbano e industrial hacen necesarias normas o patrones de ingeniería sanitaria que tengan significado en los distintos países de América Latina. Tales normas pueden con frecuencia establecerse en forma muy satisfactoria mediante investigación patrocinada por el gobierno y hechas en los institutos de ingeniería sanitaria anexos a las universidades. Entre estas normas requeridas se puede mencionar la correspondiente al criterio y factores que hay que tener en cuenta en el diseño de obras públicas, los requisitos de funcionamiento y los relativos a la calidad del agua de uso municipales, industriales, agrícola y recreativo, y a la protección de ésta de la contaminación.

Otros ejemplos de las normas requeridas se refieren a las lagunas y a los estanques de estabilización y oxidación, y a las especificaciones de las plantas donde pueda haber escasez de energía o de personal para su funcionamiento en ciertas localidades. El que las lagunas y estanques de tratamiento de aguas residuales y lodos cloacales, así como de residuos industriales arrastrados por el agua, dependan, para su funcionamiento, de la evaporación, luz solar y lluvia, a la vez que de la naturaleza de los restos que el agua contenga, pone también de relieve estas necesidades.

La información y comunicación en Latinoamérica

Finalmente, el alumno de ingeniería sanitaria en América Latina debe también estar advertido de la falta de comunicación entre los países afines. El que este aislamiento sea

tan general en una región que comparte en esencia el mismo idioma, resulta difícil de entender. Sin embargo, no hay más que pensar en los frecuentes y nimios celos que hay entre Canadá y Estados Unidos para ver con más tolerancia las rivalidades latinoamericanas. Por desgracia, una de las consecuencias de este aislamiento es que las publicaciones sobre ingeniería no trascienden las fronteras del país de origen.

Otro obstáculo de la difusión de datos técnicos y teóricos es la escasez de bibliotecarios expertos. También puede decirse que la biblioteca particular de cada profesor suele superar muchas veces la de los diversos departamentos.

En ingeniería sanitaria, los medios de información comprenden, en particular, libros y periódicos o revistas profesionales, servicio de extractos y resúmenes, conferencias, datos sobre equipo y productos existentes, catálogos e informes de investigación universitarios, publicaciones oficiales y servicio de biblioteca en general. Todo esto se encuentra muy lejos de estar al nivel que debiera en muchos países latinoamericanos.

Desde el punto de vista didáctico, tal vez la escasez más grave sea la de libros de texto solventes, obras de consulta y manuales. Un ensayo que parece no haber sido intentado hasta ahora para eliminar los obstáculos de una mayor difusión de dichos libros, es la edición de un tratado de ingeniería sanitaria en cuya preparación participe un destacado profesor o instructor de cada país latinoamericano. Un trabajo de esta clase no necesita ser totalmente original, sino que puede muy bien basarse en un texto escrito ya, traducéndolo y, si fuere necesario, revisándolo y adaptándolo a las necesidades latinoamericanas.

LA ENCUESTA DE LA OPS

Propósito de la misma

Los fines de la encuesta de la OPS, iniciada en 1960, pueden enumerarse como sigue:

1. Hacer, hasta donde sea posible, una evaluación cuantitativa de la enseñanza ac-

tual de la ingeniería sanitaria en las escuelas de esta especialidad y en otras instituciones docentes latinoamericanas. El objetivo principal convergía en lo que se puede llamar instrucción normal, o sea, la encaminada a la graduación del ingeniero. El conocimiento de la enseñanza destinada a graduados se consideró menos urgente, aunque también importante. Además, dentro de la esfera de la enseñanza normal, la ingeniería civil se consideró como preparación común, desde el punto de vista de la ingeniería sanitaria. Por consiguiente, la ingeniería civil fue analizada en conjunto.

2. Descubrir posibles deficiencias de importancia en la enseñanza de ingeniería sanitaria, y concentrar la atención en las condiciones que más necesiten ser mejoradas.

3. Proporcionar a las autoridades docentes un medio eficaz de autoevaluación de programas e instalaciones docentes.

4. Contribuir a que cada escuela aproveche la experiencia de las demás.

5. Fomentar relaciones más estrechas entre los centros de enseñanza de la ingeniería sanitaria, las autoridades públicas y las colectividades servidas por ingenieros sanitarios.

6. Determinar las zonas donde la OPS y otros organismos internacionales puedan contribuir a mejorar la enseñanza de la ingeniería sanitaria.

Métodos de la encuesta

La encuesta se inició en 1960 con la preparación de cuestionarios, que las autoridades universitarias o sus representantes debían contestar relativos a organización, administración, financiamiento, contrata de personal, cuerpo estudiantil y programas de estudio de las escuelas de ingeniería. Como anexos figuraban ciertas peticiones de datos generales acerca de la posición social de los ingenieros sanitarios, organización profesional de los mismos y servicios que a la sazón prestaban al gobierno y a la industria. El autor de este trabajo, acompañado del ingeniero sanitario de la zona o proyecto de la OPS y, en general, de un

representante de las autoridades sanitarias, de obras públicas o docentes, visitó una o varias instituciones en diversos países donde se enseñaba ingeniería sanitaria. El itinerario abarcó 10 países y, después de visitar 20 instituciones de interés, los ingenieros de la OPS recogieron seguidamente, de otras instituciones de esta clase, toda la información posible antes de celebrarse el seminario de Lima.

Por desgracia, el plazo era demasiado breve para hacer un examen completo de cada institución. Las discusiones se limitaron a cuestiones estrechamente relacionadas con la ingeniería sanitaria, pero se hicieron indagaciones sobre las instalaciones generales de bibliotecas y laboratorios, así como sobre la instrucción previa al ingreso y los estudios de ciencias físicas básicas y de ingeniería requeridos para cursar ingeniería sanitaria

Datos disponibles para el análisis

Como se ve en el cuadro no. 1, hay 86 departamentos o escuelas que ofrecen, en 83 instituciones docentes, enseñanza de ingeniería sanitaria a ingenieros civiles o sanitarios. De dichas escuelas, 81 sólo se dedican a enseñar lo exigido para graduarse de ingeniero, 3 ofrecen, además, instrucción para graduados, y 2 se limitan sólo a la enseñanza de graduados. En una institución se enseña la ingeniería sanitaria paralelamente a la ingeniería civil, destinada a estudiantes que aspiran a graduarse en ingeniería. Se ha recibido información puesta al día, parcial o completa, de 57 instituciones, entre las que hay 2 escuelas de salud pública que enseñan saneamiento para ingenieros ya graduados; una institución latinoamericana —la única— que enseña ingeniería sanitaria para no graduados, y una escuela de ingeniería recién fundada. Estas 57 instituciones se hallan distribuidas entre 19 de las 20 Repúblicas Lationamericanas.

ANALISIS DE DATOS

Los datos analizados comprenden lo relativo a los siete aspectos siguientes de la ingeniería sanitaria y materias afines:

1. Distribución de centros que enseñan inge-

CUADRO No. 1.—*Instituciones de enseñanza de ingeniería civil en América Latina, 1960.*

País y ciudad	Institución	Facultad o escuela	Cuestionario recibido
ARGENTINA			
Bahía Blanca	Universidad Nacional del Sur	Instituto de Ingeniería	
Buenos Aires	Universidad Católica Argentina "Santa María de los Buenos Aires"	Instituto de Ciencias Físico-Matemáticas e Ingeniería	
Buenos Aires	Universidad Nacional de Buenos Aires	Facultad de Ingeniería	*
Córdoba	Universidad Católica de Córdoba	Facultad de Ingeniería	
Córdoba	Universidad Nacional de Córdoba	Escuela de Ingeniería Civil	
La Plata	Universidad Nacional de La Plata	Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas	
Resistencia	Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes)	Escuela de Ingeniería	
Rosario	Universidad Nacional del Litoral (Santa Fé)	Facultad de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales Aplicadas a la Industria	
San Juan	Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza)	Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	
BOLIVIA			
La Paz	Universidad Mayor de San Andrés	Facultad de Ingeniería Civil	*
Oruro	Universidad Técnica de Oruro	Facultad Nacional de Ingeniería, Sección Civil	*
Potosí	Universidad Mayor "Tomás Frías"	Facultad de Ingeniería Civil	*
BRASIL			
Belem	Universidade do Pará	Escola de Engenharia	
Belo Horizonte	Universidade de Minas Gerais	Escola de Engenharia	*
Curitiba	Universidade do Paraná	Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil	*
Fortaleza	Universidade do Ceará	Escola de Engenharia	
Goiânia	Universidade do Goiás	Escola de Engenharia do Brasil Central	
João Pessoa	Universidade da Paraíba	Escola de Engenharia da Paraíba	
Lins	Instituição Toledo de Ensino (Bauru)	Escola de Engenharia de Lins	
Maceió	Escola de Engenharia de Alagoas		
Natal	Universidade do Rio Grande do Norte	Escola de Engenharia	
Niteroi	Escola Fluminense de Engenharia	Curso de Engenharia Civil	
Porto Alegre	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul		
Porto Alegre	Universidade do Rio Grande do Sul	Escola de Engenharia	*
Recife	Universidade Católica de Pernambuco	Escola Politécnica; Curso Posgraduado de Engenharia Sanitaria	
Recife	Universidade do Recife	Escola de Engenharia de Pernambuco	

CUADRO No. 1.—Cont.

País y ciudad	Institución	Facultad o escuela	Cuestionario recibido
Río de Janeiro	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Escola Politécnica	
Río de Janeiro	Universidade do Brasil	Escola Nacional de Engenharia	*
Salvador	Universidade do Bahia	Escola Politécnica	*
São Carlos	Universidade de São Paulo (São Paulo)	Escola de Engenharia de São Carlos	
São Paulo	Universidade de São Paulo	Faculdade de Higiene e Saude Pública	*
São Paulo	Universidade de São Paulo	Escola Politécnica	*
São Paulo	Universidade Mackenzie	Escola de Engenharia	*
Uberaba	Escola de Engenharia do Triangulo Mineiro		
Vitoria	Universidade do Espírito Santo	Escola Politécnica	
COLOMBIA			
Bogotá	Pontificia Universidad Católica Javeriana	Facultad de Ingeniería Civil	*
Bogotá	Universidad "La Gran Colombia"	Facultad de Ingeniería Civil	*
Bogotá	Universidad Nacional de Colombia	Facultad de Ingeniería Civil	*
Cartagena	Universidad de Cartagena	Facultad de Ingeniería	*
Manizales	Universidad Nacional de Colombia	Facultad de Ingeniería Civil de Manizales	*
Medellín	Universidad Nacional de Colombia	Facultad Nacional de Minas	*
Popayán	Universidad del Cauca	Facultad de Ingeniería Civil	*
COSTA RICA			
San José	Universidad de Costa Rica	Escuela de Ingeniería	*
CUBA			
La Habana	Universidad de La Habana	Facultad de Ingeniería	
CHILE			
Antofagasta	Universidad del Norte	Escuela de Ingeniería	
Santiago	Universidad de Chile	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Escuela de Ingeniería	*
Santiago	Universidad de Chile	Facultad de Medicina, Escuela de Salubridad	*
Santiago	Pontificia Universidad Católica de Chile	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Escuela de Ingeniería	*
Valparaíso	Universidad Técnica Frederico Santa María	Facultad de Ingeniería de Construcción Civil	
ECUADOR			
Cuenca	Universidad de Cuenca	Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas	*
Guayaquil	Universidad de Guayaquil	Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas	*
Quito	Universidad Central del Ecuador	Facultad de Ingeniería	*
EL SALVADOR			
San Salvador	Universidad de El Salvador	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	*
GUATEMALA			

CUADRO No. 1.—Cont.

País y ciudad	Institución	Facultad o escuela	Cuestionario recibido
Guatemala	Universidad de San Carlos de Guatemala	Facultad de Ingeniería	*
HAITI Port-au-Prince	Ecole Polytechnique d'Haiti	Faculté des Sciences	*
HONDURAS Tegucigalpa	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	Facultad de Ingeniería	*
MEXICO Chihuahua	Universidad de Chihuahua	Escuela de Ingeniería	*
Guadalajara	Universidad Autónoma de Guadalajara	Facultad de Ingeniería	*
Guadalajara	Universidad de Guadalajara	Instituto Tecnológico, Facultad de Ingeniería	*
Guanajuato	Universidad de Guanajuato	Facultad de Ingeniería	*
Hermosillo	Universidad de Sonora	Facultad de Ingeniería ^a	*
Mérida	Universidad de Yucatán	Facultad de Ingeniería	
México, D. F.	Colegio Militar	Escuela Militar de Ingenieros	
México, D. F.	Instituto Politécnico Nacional	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura	*
México, D. F.	Universidad Nacional Autónoma de México	Facultad Nacional de Ingeniería	*
Monterrey	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Escuela de Ingeniería	*
Monterrey	Universidad de Nuevo León	Facultad de Ingeniería	*
Morelia	Universidad Michoacana	Facultad de Ingeniería	*
Puebla	Universidad Autónoma de Puebla	Facultad de Ingeniería	*
San Luis Potosí	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Escuela de Ingeniería	*
Toluca	Universidad Autónoma del Estado de México	Escuela de Ingeniería Civil	*
Veracruz	Universidad Veracruzana (Jalapa)	Facultad de Ingeniería	*
NICARAGUA Managua	Universidad Nacional de Nicaragua (León)	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas	*
PANAMA Panamá	Universidad de Panamá	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	*
PARAGUAY Asunción	Universidad Nacional de Asunción	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas	*
PERU Cuzco	Universidad Nacional de Cuzco	Facultad de Ingeniería Civil	*
Lima	Pontificia Universidad Católica del Perú	Facultad de Ingeniería Civil	*
Lima	Universidad Nacional de Ingeniería	Facultad de Ingeniería Civil	*
Lima	Universidad Nacional de Ingeniería	Facultad de Ingeniería Sanitaria	*
REP. DOMINICANA Santo Domingo	Universidad de Santo Domingo	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	*

^a Escuela de creación reciente; no se incluye en los cuadros numéricos.

CUADRO NO. 1.—Cont.

País y ciudad	Institución	Facultad o escuela	Cuestionario recibido
URUGUAY Montevideo	Universidad de la República Oriental del Uruguay	Facultad de Ingeniería y Agrimensura	*
VENEZUELA Caracas	Universidad Católica "Andrés Bello"	Facultad de Ingeniería	*
Caracas	Universidad Central de Venezuela	Facultad de Ingeniería	*
Caracas	Universidad "Santa María"	Facultad de Ingeniería	*
Maracaibo	Universidad de Zulia	Facultad de Ingeniería	*
Mérida	Universidad de los Andes	Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil	*

CUADRO NO. 2.—Escuelas de ingeniería civil que ofrecen enseñanza de pre-grado en ingeniería sanitaria, y número respectivo de estudiantes de América Latina, 1960.

País	Población (en miles)	No. de escuelas	Escuelas que informaron				
			No. de escuelas	Estudiantes de ingeniería civil		Estudiantes de ingeniería sanitaria*	
				Número	Por 100.000 habitantes	Número	Por 100.000 habitantes
Total	203.251	86	54	...	...	...	...
Argentina	20.956	9	1	25	0,1	25	0,1
Bolivia	3.454	3	3	297	8,6	56	1,6
Brasil	70.175	23	7	...	...	527	0,8
Colombia	14.132	7	7	2.069 ^a	14,6	346 ^b	2,4
Costa Rica	1.171	1	1	150	12,8	17	1,5
Cuba	6.797	1	—	...	...	...	...
Chile	7.628	5	2	...	...	109	1,4
Ecuador	4.317	3	3	922	21,5	81	1,9
El Salvador	2.612	1	1	277	10,6	24	0,9
Guatemala	3.765	1	1	888	23,6	31	0,8
Haití	3.505	1	1	98	2,8	27	0,8
Honduras	1.953	1	1	263	13,5	30	1,5
México	34.626	16	13	6.920	20,0	758	2,2
Nicaragua	1.477	1	1	120	8,2	13	0,9
Panamá	1.055	1	1	250	23,7	12	1,1
Paraguay	1.768	1	1	178	10,1	19	1,1
Perú	10.857	4	4	461	4,2	404	3,7
República Dominicana	2.994	1	1	503	16,8	96	3,2
Uruguay	2.827	1	1	...	...	23	0,9
Venezuela	7.182	5	4	3.968 ^c	59,1	193 ^c	2,9

* Como muchas de las escuelas no llenaron esta parte del cuestionario, se tomó el número de estudiantes del primer curso de abastecimiento público de agua potable.

... Datos no disponibles.

^a Datos de sólo 5 escuelas.

^b Datos de sólo 6 escuelas.

^c Datos de sólo 3 escuelas.

CUADRO No. 3.—Número de estudiantes de ingeniería civil, de química general, de materias afines a la ingeniería sanitaria, y de ingeniería sanitaria, en 1960, y de estudiantes del primer curso de abastecimiento público de agua potable, 1959 y 1960, de 56 escuelas de ingeniería de América Latina.

Ingeniería civil	Química general	Materias afines a ingeniería sanitaria	Ingeniería sanitaria	Abastecimientos públicos de agua	
				1959	1960
3.762	—	..	420	360	420
3.000	1.200	180	20-200	75	161
888	..	102	31	36	31
750	40	160	30	80	100
668	116	47	15	40	38
650	..	..	..	75	113
600	142	85	62	30	29
503	198	210	96	98 ^a	96 ^a
495	—	..	104	92	104
412	120	60	110	110	125
393	57	67	35	..	..
360	..	55	27	302	310
350	—	..	36	53	36
350	..	..	..	30	35
310	—	..	24	14	24
300	..	..	..	..	..
277	38	24	24	12	24
270	47	81	21-30	30	36
263	67	24	30	30	26
250	..	12	12	15	11
203	—	..	29	21	29
216	126	50	21	—	28
200	..	..	30	30	30
179	..	..	..	7	11
178	..	..	..	16 ^b	19 ^b
168	..	..	..	4	6
150	..	36	17	32	36
147	80	80	80	80	80
141	21	15	11	12 ^c	14 ^c
137	..	31	13	8	8
135	—	..	..	7	7
120	—	..	18	17	18
120	..	16	13	8	13
105	—	..	15	9	15
104	..	..	104	21	26
98	..	..	27	28	27
90	—	..	10	6	10
72	27	23	23	23	72
57	..	..	..	24	27
40	—	..	8	—	8
25	25	25	25	25	25
..	..	..	..	238 ^b	200 ^b
..	..	..	..	180	268
..	..	..	..	90	100
..	..	..	..	97 ^b	72 ^b
..	..	..	..	51 ^b	71 ^b
..	..	..	..	100	70
..	..	..	..	34	27
..	..	..	..	22	23
..	..	..	17	..	17
—	—	—	13	19	13
..	..	..	..	19	9
..	83	28	18	10	9
—	—	—	..	..	7
..	..	..	..	5 ^b	2 ^b
..

Datos no disponibles.

— Ninguna.

^a 1960 y 1961, respectivamente.

^b Curso de Ingeniería Sanitaria, o Saneamiento.

^c 1958 y 1959, respectivamente.

nería sanitaria a no graduados y número de alumnos que asisten a los mismos (cuadros Nos. 2 y 3).

2. Horas de clases de ingeniería sanitaria y materias afines, incluso las de ciencias físicas básicas y de ingeniería (cuadros Nos. 4, 5, 6 y 7).

3. Instalaciones docentes de ingeniería sanitaria y materias afines (cuadros Nos. 8 y 9).

4. Profesorado de ingeniería sanitaria (cuadro No. 10).

5. Investigación.

6. Enseñanza de ingeniería sanitaria para graduados.

7. Categoría profesional de los ingenieros sanitarios.

Se ha informado a cada institución de la posición que ocupa en la escala de la encuesta, pero, en cambio, se mantienen en reserva los nombres de las instituciones comprendidas en las tablas y gráficas. El presente análisis se limita, como es natural, a los datos procedentes de las 57 instituciones que llenaron los cuestionarios. Dos de estos centros son escuelas de salud pública que enseñan a ingenieros sanitarios graduados ya, como grupo especial. La tabulación de los datos recogidos es de carácter preliminar, sujeta a mejoras y modificaciones a medida que se reciban más datos de las restantes escuelas, así como informes complementarios de las 57 escuelas ya mencionadas.

INSTITUCIONES QUE ENSEÑAN INGENIERIA SANITARIA PARA NO GRADUADOS Y NUMERO DE SUS ALUMNOS

En el cuadro No. 2 figura la distribución por países de las instituciones que ofrecen cursos sobre abastecimiento de agua, alcantarillado, etc., a los alumnos de ingeniería civil. Todos los países latinoamericanos cuentan al menos con uno de estos centros, y su número llega a 16 en México, y a 22 en Brasil. *Per capita*, las 3 escuelas bolivianas prestan servicio a un promedio de 1.200.000 habitantes, las 22 brasileñas a un promedio de 3.200.000, y la única universidad cubana, a 6.800.000. La media correspondiente a los 20 países es de 2.000.000.

CUADRO No. 4.—Horas de enseñanza teórica y práctica de materias especiales de ingeniería sanitaria; de materias afines a la ingeniería sanitaria; de química general, y de todo el plan de estudio de ingeniería civil, en 56 escuelas de ingeniería de América Latina, 1960.

Ingeniería Sanitaria			Materias Afines			Química General			Ingeniería Civil		
Total	Teórica	Práctica	Total	Teórica	Práctica	Total	Teórica	Práctica	Total	Teórica	Práctica
1.596	980	616	504	252	252	112	56	56	5.488	2.996	2.492
1.224	854	370	—	—	—	—	—	—	—	—	—
911	421	490	—	—	—	—	—	—	—	—	—
840	420	420	...	...	...	...	...	...	...	...	...
768	448	320	496	272	224	192	96	96	4.768	2.752	2.016
746	646	100	450	310	140	280	140	140	4.896	2.600	2.296
741	741	—	2.295	1.835	460	135	—	135	5.000	4.000	1.000
630	270	360	660	420	440	...	...	...	...	...	...
600	360	240	1.140	690	450	300	180	120	7.200	4.920	2.280
540	360	180	504	216	288	...	...	...	...	...	...
494	234	260	272	169	103	104	78	26	4.127	2.288	1.839
396	264	132	397	231	166	165	99	66	...	...	...
385	280	105	210	140	70	175	105	70	6.440	4.760	1.680
390	240	150	420	240	180	210	120	90	6.330	...	...
340	170	170	442	272	170	136	68	68	7.140	4.886	2.754
340	272	68	272	272	—	...	...	...	...	...	...
306	162	144	450	288	162	90	54	36	5.184	2.664	2.520
304	272	32	256	256	—	416	256	160	5.116	4.048	1.068
288	180	108	504	288	216	144	72	72	6.984	4.104	2.880
280	280	—	385	385	—	490	350	140	7.735	6.615	1.120
272	192	80	160	96	64	256	64	192	3.968	2.560	1.408
256	256	—	384	384	—	128	128	—	7.552	6.848	704
248	120	128	240	240	—	192	160	32	4.112	3.648	464
210	105	105	525	315	210	420	210	210	7.735	4.585	3.150
208	104	104	364	208	156	130	78	52	...	...	...
200	146	54	160	120	40	...	...	...	...	...	...
195	90	105	585	390	195	—	—	—	4.095	3.290	805
195	90	105	585	240	345	82	45	37	4.770	2.250	2.520
192	128	64	224	160	64	288	160	128	6.016	3.008	3.008
192	100	92	...	...	...	...	...	...	...	...	...
185	144	41	518	306	212	187	102	85	4.905	2.414	2.491
180	120	60	300	120	180	120	60	60	5.160	2.400	2.760
180	90	90	570	450	120	—	—	—	4.440	3.390	1.050
168	168	—	224	212	12	84	84	—	4.860	4.212	648
168	84	84	490	280	210	112	56	56	5.656	3.052	2.604
157	122	35	735	463	262	315	157	158	7.630	4.532	3.098
150	100	50	510	360	150	—	—	—	4.080	3.270	810
150	90	60	510	360	150	—	—	—	4.920	3.645	1.275
150	130	20	150	130	20	60	40	20	3.450	2.790	660
146	76	70	364	208	156	104	52	52	3.874	2.288	1.586
144	144	—	144	144	—	216	216	—	3.894	3.420	414
140	140	—	210	210	—	140	70	70	1.690	1.610	80
126	90	36	540	414	126	216	108	108	4.734	3.528	1.206
125	75	50	358	260	98	—	—	—	3.481	2.669	812
125	75	50	600	405	195	—	—	—	4.170	3.315	855
125	75	50	407	285	122	—	—	—	4.167	2.766	1.401
120	117	3	105	88	17	...	...	...	...	...	...
120	90	30	540	300	240	120	60	60	5.850	3.750	2.100
100	72	28	990	750	240	—	—	—	5.766	4.278	1.488
100	80	20	460	310	150	—	—	—	4.120	3.250	870
100	100	—	260	260	—	100	100	—	3.330	3.230	100
99	99	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80	61	19	165	130	35	150	125	25	2.880	2.320	560
72	60	12	120	80	40	40	40	—	2.200	1.620	580
50	35	15	285	285	—	—	—	—	...	...	...
44	30	14	...	...	...	...	...	...	...	...	...

... Datos no disponibles.

— Ninguna.

Número de estudiantes de ingeniería civil

El total de matriculados en ingeniería civil en 42 de las 57 instituciones que contestaron al cuestionario, es de 17.000, de los cuales 2.791 aproximadamente siguieron, en 1960, cursos de abastecimiento de agua, quizá la materia más importante de ingeniería sanitaria incluida en los programas de ingeniería civil. Por consiguiente, la razón de estudiantes de abastecimiento de agua al total de los de ingeniería civil, es 10:61. Como la carrera de ingeniero comprende normalmente cinco años, tal vez menos de la mitad de los alumnos de ingeniería civil en un año determinado, prosiguen sus estudios hasta completar el de abastecimiento de agua. Dado el efecto de la escasez económica en el abandono de la carrera por los estudiantes, este resultado no sorprende. Por el contrario, indica lo urgente de descubrir formas y medios de evitar, en lo posible, este abandono de los estudios. Como el abastecimiento de agua se trata de ordinario al final de la carrera, cabe suponer que el número de graduados en ingeniería civil sólo es un poco menor que el de estudiantes de abastecimiento de agua. El promedio anual de graduados de ingeniería civil tal vez sea de 1,5 por cada 100.000 habitantes. La cifra de Estados Unidos de América correspondiente a los 138 planes de estudios de ingeniería civil acreditados en instituciones docentes, es de 2,7 (1959). El contingente más numeroso de estudiantes de ingeniería civil hasta ahora notificado a la OSP por una de las 42 instituciones, asciende a 3.762, el menor es de 25, y la media de todas es de 210. En cuanto a los estudiantes de abastecimiento de agua (notificados por 51 centros de ingeniería) el máximo es 240, el mínimo 7, y la media, 27.

Sin embargo, las cifras por sí solas no dicen hasta dónde América Latina viene atendiendo su necesidad de ingenieros civiles competentes para hacer frente a sus problemas de ingeniería sanitaria. La piedra y el mortero de las aulas no son testimonio fidedigno. Sabido es que de edificios destaralados han salido alumnos excelentes, mien-

tras que en palacios de mármol se graduaron ingenieros mediocres.

En teoría, el total de graduados en ingeniería civil debiera ser hoy mayor en Latinoamérica que en Estados Unidos, porque, entre otras razones, es mayor la urgencia de obras de ingeniería civil en zonas que han de ser objeto de un rápido desenvolvimiento, si se desea dar a éstas impulso económico satisfactorio, en vez de supeditarlas al índice de crecimiento de población. Es claro que cada país debe determinar sus propios requerimientos, a base de los datos actuales y de los que se vayan obteniendo. Los hechos aquí presentados sólo pueden servir de orientación general.

Número de alumnos admitidos a los programas de ingeniería civil

El prestigio de que los ingenieros gozan en América Latina y las excelentes ocasiones de obtener empleos bien remunerados en los organismos oficiales y en la práctica privada, hacen que los aspirantes a estudiar ésta carrera sean muy numerosos en estos países.

Los estudios requeridos al ingresar varían en América Latina de 10 a 13 años, y la media es de 11. En Estados Unidos de América se requieren unos 12 años. La mayoría de las instituciones que han enviado datos afirman que el ingreso se hace mediante examen. En general, se prescribe el estudio a tiempo completo, pero se dice que los alumnos reanudan y dejan sus estudios con gran libertad. Sólo las escuelas privadas, por lo general a cargo de religiosos, cobran sumas importantes por su labor docente. En las instituciones públicas la enseñanza, si no es gratuita, se paga con derechos de matrícula reducidos.

Durante sus estudios de 4 a 6 años, los ingenieros civiles latinoamericanos, según las 41 instituciones de ingeniería que han informado al respecto, cursan de 6.848 a 1.610 horas de clases teóricas y de 3.150 a 80 horas de prácticas, o sea, un total de 7.735 a 1.690 horas. La media de clases teóricas es 3.280 y las de clases prácticas

CUADRO No. 6.—Horas de enseñanza, teórica y práctica, en materias especializadas de ingeniería sanitaria, en 56 escuelas de ingeniería en América Latina, 1960.

Total			Abastecimiento público de agua		Alcantarillado público		Tratamiento de agua		Tratamiento de líquidos cloacales		Química del agua		Biología del agua		Saneamiento* y salud pública		Epidemiología y bioestadística		Higiene industrial		Otras materias	
Total	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica	Teórica	Práctica
1.596	980	616	84	84	42	42	84	84	42	42	84	84	56	56	196	84	56	—	—	—	336 ^a	140 ^a
1.224	854	370	60	16	30	12	94	16	80	16	32	96	34	34	278	72	96	78	42	22	108 ^{b,c}	8 ^c
911	421	490	46	45	32	30	39	38	27	27	30	46	40	80	103	103	60	100	38	18	6 ^b	3 ^b
840	420	420	42	42	42	42	30	30	20	20	84	84	84	84	24	24	..	..	—	—	94 ^d	94 ^d
768	448	320	48	32	48	32	48	48	..	..	—	96	64	64	48	16	96	—	48	—	80 ^e	—
746	646	100	150	50	150	50	50	—	50	—	60	—	—	—	—	—	50	—	16	—	120	—
741	741	—	135	—	135	—	135	—	135	—	—	—	—	—	67	—	—	—	67	—	67 ^b	—
630	270	360	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
600	360	240	90	60	90	60	60	60	60	60	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	—	—
540	360	180	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	360	180	..	..	..	..	..	..
494	234	260	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
396	264	132	66	66	66	—	33	66	..	..	—	—	—	—	99	—	—	—	—	—	—	—
390	240	150	..	..	120	60	120	90	..	..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
385	280	105	..	..	..	..	..	..	..	..	70	70	35	35	—	—	—	—	—	—	—	—
304	272	32	128	—	96	—	—	32	—	—	—	—	—	—	48	—	—	—	—	—	—	—
340	170	170	34	34	..	..	68	102	..	..	..	..	..	..	34	34	..	..	34	..	..	..
340	272	68	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	—	—	—	—	—	—	—	—
306	162	144	54	36	36	36	36	36	36	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
288	180	108	54	36	54	36	..	..	..	..	18	9	12	6	18	9	—	—	12	6	12 ^b	6
280	280	—	..	..	..	..	..	..	..	..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
272	192	80	80	32	80	32	..	..	..	..	32	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
256	256	—	128	—	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
248	120	128	30	33	21	23	21	23	18	19	—	—	—	—	30	30	—	—	—	—	—	—
210	105	105	105	105	..	..	..	..	..	..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
208	104	104	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	104	104	..	..	..	..	..	..
200	146	54	28	10	28	10	20	18	20	8	4	2	8	—	25	6	3	—	2	—	8 ^h	—
195	90	105	34	50	28	48	6	3	5	2	—	—	—	—	17	2	—	—	—	—	—	—
195	90	105	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
192	100	92	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
192	122	64	64	64	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

180	120	60	60	60	...	...	...	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	—	—	—
180	90	90	35	35	30	25	15	10	10	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	
168	168	—	84	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
168	84	84	84	84	...	...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
157	122	35	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
150	100	50	32	14	24	12	16	4	14	4	—	—	—	14	16	—	—	—	—	—	—	
150	90	60	22	24	24	12	16	4	14	4	—	—	—	14	16	—	—	—	—	—	—	
150	130	20	65	10	65	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
146	76	70	10	10	17	10	10	10	7	6	4	4	6	6	8	12	—	—	7	6	7	6
144	144	—	72	—	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
140	140	—	70	—	70	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
126	90	36	22	8	20	10	18	6	20	8	4	2	4	2	2	—	—	—	—	—	—	
125	75	50	24	14	18	12	12	4	11	4	—	—	—	—	10	16	—	—	—	—	—	
125	75	50	24	14	18	12	12	4	11	4	—	—	—	—	6	12	—	—	—	—	4 ⁱ	
125	75	50	22	18	20	12	12	4	11	16	2	—	2	—	6	—	—	—	—	—	—	
120	117	3	84	—	...	...	4	2	2	1	1	—	—	—	22	—	4	—	—	—	—
120	90	30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100	72	28	30	10	20	10	10	4	9	3	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	
100	80	20	32	10	22	10	12	—	11	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	
100	100	—	50	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	61	19	14	6	9	4	12	4	13	3	—	—	—	—	13	2	—	—	—	—	—	
99	99	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
72	60	12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
50	35	15	10	5	10	5	5	2	5	1	—	—	—	—	5	2	—	—	—	—	—	
44	30	14	8	4	8	4	...	...	...	...	—	—	—	—	12	6	—	—	—	—	2

* Includiendo: saneamiento rural; saneamiento de los alimentos, de vivienda y de piscinas públicas; control de insectos y roedores; y eliminación de basuras urbanas.

^a Química sanitaria; bacteriología sanitaria; "Unit processes"; fundamentales de maquinaria; tesis.

^b Desechos industriales.

^c Parasitología; educación sanitaria.

^d Urbanismo.

^e Seminarios.

^f Contaminación atmosférica.

^g Fisiología humana.

^h Plomería, ventilación, iluminación.

ⁱ Plomería.

CUADRO No. 7.—*Medianas y límites de las horas de enseñanza teórica y práctica de cursos de ingeniería sanitaria en 56 escuelas de ingeniería en América Latina, 1960.*

Cursos	No. de escuelas que informaron	Total			Teórica			Práctica		
		Media-na	Máxi-mo	Míni-mo	Media-na	Máxi-mo	Míni-mo	Media-na	Máxi-mo	Míni-mo
Total.....	56	194	1.596	44	128	980	30	62	616	0 ^a
Abastecimiento de agua.....	42	76	210	12	49	150	8	15	105	0 ^a
Alcantarillado público.....	37	62	200	12	32	150	8	12	60	0 ^a
Tratamiento del agua.....	30	29	210	6	17	135	0 ^b	8	102	0 ^c
Tratamiento de líquido cloacal	25	18	135	3	16	135	2	5	60	0 ^d
Química del agua.....	15	48	168	1	25	84	0 ^b	13	96	0 ^d
Biología del agua.....	12	44	168	2	24	84	2	21	84	0 ^c
Saneamiento y salud pública	32	31	540	2	23	360	0 ^b	11	180	0 ^a
Epidemiología y bioestadística..	8	53	174	3	53	96	3	0	100	0 ^e
Higiene industrial.....	11	34	67	2	34	67	2	0	22	0 ^e
Otras materias.....	12	43	476	2	40	336	2	4	140	0 ^f

^a Ocho escuelas.

^b Una escuela.

^c Tres escuelas.

^d Cuatro escuelas.

^e Seis escuelas.

^f Cinco escuelas.

1.401, lo que implica una media general de 4.860. Desde el punto de vista pedagógico, quizá lo más grave sea que, en muchos casos, escasean las oportunidades de aprender mediante ejercicios de laboratorio, delimitación y prácticas sobre el terreno, así como por medio de visitas a obras de ingeniería, bien construidas ya, o en construcción: en otras palabras, escasean las oportunidades de aprender en la práctica. Más adelante se volverá a recalcar esto.

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA SANITARIA Y DE MATERIAS AFINES CON LA MISMA

Horas de clase

Incluyendo la enseñanza de no graduados dada en Lima, las horas dedicadas a ingeniería sanitaria y a materias afines varían de 1.596 a 44; si aquella se excluye, el máximo correspondiente a los 56 centros restantes desciende casi a la mitad, o sea, a 840. La media es de 194. En cuanto a las clases teóricas, el máximo fue 980 (741), el mínimo 30, y la media 128; el máximo de horas de práctica fue 616 (420), el mínimo 0, y la media 62.

La enseñanza de materias afines a la

ingeniería sanitaria, por ejemplo, hidráulica e ingeniería hidráulica, ocupa de 2.295 a 120 horas, o sea una media de 442.

En la hidráulica en particular, las horas de enseñanza varían de 540—400 de teórica y 140 de práctica (el más alto número de clases teóricas), ó 270 de teórica y otras 270 de práctica (el mayor número de horas dedicado a prácticas)—hasta un total de 15 horas, de las que 10 son de clases teóricas. Las cifras medias correspondientes a los 51 centros que informaron al respecto es de 150 horas en total, 120 de clases teóricas y 52 de prácticas. Sólo 15 instituciones de ingeniería dicen que enseñan hidrología. La cifra más alta es de 1.350, con 1.100 horas de clases teóricas y 250 de prácticas; a continuación vienen 136 horas de clases teóricas y ninguna de prácticas; la cifra más baja es de 30 horas, todas de clases teóricas. La media de 90 horas se compone de 56 horas de clases teóricas y 30 de prácticas.

Con respecto al campo de la ingeniería sanitaria considerado en su totalidad, los hechos significativos figuran en el cuadro No. 7. La instrucción en abastecimiento de agua y alcantarillado se ofrece en casi todas las

CUADRO NO. 8.—Número de estudiantes en ingeniería civil y en ingeniería sanitaria, o abastecimientos públicos de agua potable; laboratorios disponibles para enseñanza e investigación de ingeniería sanitaria; biblioteca sobre ingeniería civil e ingeniería sanitaria, en 56 escuelas de ingeniería en América Latina, 1960.

Estudiantes		Laboratorios (m. ²)				Libros		Revistas	
Ingeniería civil	Ingeniería Sanitaria	Hidráulica	Química del agua	Biología del agua	Otros	Ingeniería civil	Ingeniería Sanitaria	Ingeniería civil	Ingeniería Sanitaria
3.762	1.000	1.000	—	—	—	1.491	15	6	2
3.000	200	496	600	60	60 ^a	2.092	...	...	...
888	31	140	70	—	—	3.640	60	65	4
750	30	—	—	—	—	400	100	—	—
668	15	8.000	—	—	—	2.815	25	...	...
650	113	—	—	—	—	...	...	...	11
600	62	—	—	—	—	60	16	—	—
503	96	—	—	—	—	...	...	...	...
495	104	—	—	—	—	460	20	3	—
412	110	200	—	—	—	18.000	120	15	2
393	35	—	—	—	—	85	10	...	3
360	27	250	21	21	—	915	25	24	3
350	36	—	—	—	—	1.521	13	6	—
350	35 ^b	—	—	—	—	180	20	11	4
310	24	1.000	—	—	—	40	1	2	—
300	...	200	—	—	—	402	74	62	4
277	24	—	—	—	—	...	...	...	...
270	30	260	—	—	—	...	...	10	...
263	30	30 ^c	30 ^c	—	—	286	8	—	—
250	12	128	200	—	—	2.640	40	...	4
203	29	—	—	—	—	800	9	1	—
216	21	—	—	—	—	90	8	15	2
200	30	900	30	30	—	800	10	3	—
179	11 ^b	—	—	—	—	1.700	20	—	—
178	19 ^b	—	—	—	—	1.500	15	—	—
168	6 ^b	— ^d	—	—	—	...	...	6	2
150	17	200	—	—	—	125	17	5	1
147	80	100	—	—	—	4.500	500	15	3
141	11	300	—	—	—	1.274	12	6	2
137	13	—	—	—	—	47	14	...	2
135	7 ^b	—	—	—	—	200	8	3	—
120	18	—	—	—	—	250	2	3	—
120	13	—	—	—	—	491	13	—	—
105	15	—	—	—	—	200	3	7	1
104	104	700	124 ^e	46	—	135	92	4	3
98	27	—	—	—	—	250	12	—	—
90	10	160	—	—	—	660	22	4	—
72	23	—	50	—	—	1.240	51	2	1
57	27	—	—	—	—	...	...	...	...
40	8	—	—	—	—	152	—	7	—
25	25	—	—	—	—	32.406	683	551	18
...	200 ^b	— ^d	—	—	—	...	...	...	...
...	268 ^b	—	—	—	—	1.424	245	25	3
...	100 ^b	1.200	—	—	—	...	...	...	...
...	72 ^b	140	140	—	—	10.312	120	75	4
...	71 ^b	—	—	—	—	10.400	200	—	—
...	70 ^b	2.000	40	—	—	25.000	200	150	9
...	27 ^b	320	320	—	—	...	200	...	3
...	23 ^b	600	120	—	—	25.000	500	40	10
...	18	—	—	—	—	2.575	135	...	1
...	17	—	—	—	—	...	...	...	...
...	13	—	300	300	50 ^{a, g}	500	300	17	12
...	9 ^b	200	—	—	—	1.481	8	22	—
...	7 ^b	360	—	—	—	40.000	763	...	30
...	2 ^b	—	80	100	60 ^a	...	100	...	5
...	...	—	—	—	—

... Datos no disponibles

— Ninguna

^a Química del aire.

^b Curso de abastecimientos públicos de agua potable o de saneamiento.

^c Sin equipo.

^d En construcción.

^e También "Unit Processes".

^f Escuela de Salud Pública.

^g También hay laboratorio de estadística, 150 m².

instituciones que han enviado datos. En contraste, sólo alrededor de dos tercios de las mismas enseñan depuración del agua y tratamiento de aguas cloacales, y alrededor de un tercio de ellas enseñan química y biología del agua y química y biología de las aguas cloacales. En algunos cursos relativos al abastecimiento municipal de agua, los alumnos no hacen prácticas. La enseñanza de saneamiento en general se ofrecía en alrededor de dos tercios de los centros docentes que enviaron datos, y, con frecuencia, en numerosas clases. Sin embargo, la epidemiología y la estadística fueron relegadas al mínimo, a una séptima parte del total de los centros, y, además, en escaso grado. En ambos campos, los promedios fueron pequeños.

En el cuadro No. 6 no se citan algunas de las materias complementarias que se enseñan a los ingenieros sanitarios en la esfera general de saneamiento, y que son las siguientes:

Higiene del trabajo	en 11 instituciones, 67 a 2 horas
Contaminación del aire	en 3 instituciones, 20 a 9 horas
Residuos industriales	en 5 instituciones, 67 a 4 horas

Además, en una institución se ofrecían las materias siguientes:

Fontanería	8 horas
Fontanería, calefacción y ventilación	8 "
Urbanismo	168 "
2 seminarios en ingeniería sanitaria	80 "
Fisiología humana	50 "

El total de horas y el número de clases teóricas especificados suelen ser elevados en comparación con las normas americanas. Sin embargo, respecto al abastecimiento de agua y alcantarillado los promedios son bastante similares, si se parte del supuesto de que estos cursos dedican, en realidad, una importancia igual a la depuración del agua y tratamiento de aguas cloacales. Que este supuesto puede, sin duda alguna, considerarse razonable lo indica el número

CUADRO No. 9.—*Medianas y límites del número de libros y revistas sobre ingeniería civil e ingeniería sanitaria en las bibliotecas de 56 escuelas de ingeniería en América Latina, 1960.*

Tipo de publicación	No. de escuelas que informaron	Mediana	Máximo	Mínimo
<i>Libros:</i>				
Ingeniería civil	44	858	40.000	40
Ingeniería sanitaria	44	21	763	1
<i>Revistas:</i>				
Ingeniería civil	31	7	551	1
Ingeniería sanitaria	28	3	30	1

relativamente mucho más pequeño de horas dedicadas a la depuración del agua y al tratamiento de aguas cloacales, como tales especialidades. La enseñanza de química y biología del agua y de las aguas cloacales, es desalentadora.

El número de clases teóricas de asistencia obligatoria debe basarse, en parte, en la falta de buenos libros de texto y en la necesidad de que los estudiantes anoten estas clases en sus cuadernos como referencia permanente.

El total de horas de enseñanza de ingeniería civil destinadas a la ingeniería sanitaria varía del 16,1 al 1,8%, en las 41 instituciones que han facilitado los datos necesarios al respecto. El promedio es del 3,8%. Esto no difiere mucho de la norma de Estados Unidos de América. En el único programa de ingeniería sanitaria para no graduados, el porcentaje es 29, o sea, casi el doble de la cifra más alta correspondiente a la ingeniería civil, y casi 15 veces el de las horas de enseñanza de ingeniería sanitaria en el plan gemelo de ingeniería civil.

Enseñanza de la química y de la biología

La enseñanza de las ciencias básicas, que empieza a reconocerse como quizá el mayor deber de las escuelas de ingeniería, en un momento de revolución científica y técnica, sólo empezó a analizarse en función de lo que la química y la biología pueden ofrecer como materias de interés especial debido a la base bioquímica de la ingeniería sanitaria.

CUADRO No. 10.—Estudiantes de ingeniería sanitaria y materias afines; profesores y horas dedicadas al cargo, por estudiante y por tipo de actividad; horas de enseñanza por tipo de instrucción; en 56 escuelas de ingeniería en América Latina, 1960.

Estudiantes	Profesores	Horas dedicadas al cargo por los profesores					Horas de enseñanza de las materias		
		Total	Por estudiante	Tipo de actividad			Total	Teóricas	Prácticas
				Clases teóricas	Prácticas	Investigación y otros			
420 ^a	5	1.050	2,5	630	420	—	660	460	200
268 ^b	6	1.064	4,0	560	504	—	658	364	294
200 ^a	10	1.200	6,0	656	384	160	1.264	720	544
200 ^b	3	432	2,2	144	288	—	1.044	576	468
210 ^c	5	480	2,3	240	240	—	480	240	240
160 ^c	8	1.800	11,2	1.800	—	—	3.036	2.576	460
113 ^b	8	1.290	11,5	690	600	—	1.290	690	600
110 ^a	7	—	—	—	—	—	595	420	175
104	15	1.064	10,2	1.064	—	—	2.000	1.132	868
104 ^a	8	1.575	15,1	990	585	—	780	480	300
102 ^c	3	1.040	10,2	528	512	—	488	360	128
100 ^b	3	280	2,8	280	—	—	892	585	307
81 ^c	2	400	4,9	400	—	—	350	350	—
80	4	806	10,1	234	416	156	510	284	226
72 ^b	3	225	3,1	125	100	—	192	100	92
71 ^b	5	1.725	24,3	550	300	875	44	30	14
70 ^b	5	3.150	45,0	1.080	450	1.620	780	330	450
67 ^c	2	192	2,9	140	52	—	192	140	52
62 ^a	1 ^a	140 ^a	2,3	140	—	—	665	665	—
55 ^c	6	6.948	126,3	2.520	1.296	3.132	666	504	162
50 ^c	4	630	12,6	630	—	—	735	420	315
47 ^c	3	960	20,4	600	300	—	1.740	1.050	690
36 ^a	4	494	13,7	338	156	—	483	335	148
36 ^c	2	640	17,8	640	—	—	640	640	—
35 ^b	3	476	13,6	408	68	—	612	544	68
31 ^c	4	416	13,4	416	—	—	560	528	32
30 ^a	5	3.456	115,2	2.952	504	—	756	450	306
30 ^a	2	252	8,4	252	—	—	392	380	12
29 ^a	5	2.640	91,0	2.250	390	—	750	540	210
28 ^c	2	—	—	—	—	—	793	495	298
27 ^a	5	300	11,1	225	75	—	245	191	54
27 ^b	3	312	11,6	104	208	—	572	312	260
27 ^b	1	—	—	—	—	—	810	480	330
25	3	—	—	—	—	—	1.196	956	240
24 ^a	5	2.220	92,5	1.410	450	360	725	480	245
24	3	300	12,5	300	—	—	360	360	—
23 ^b	5	506	22,0	184	322	—	766	403	363
23 ^a	1 ^a	510 ^a	22,2	306	204	—	782	442	340
19 ^b	2	229	12,1	96	128	—	416	288	128
18 ^a	3	2.100	116,7	2.010	90	—	560	390	170
17 ^a	2	—	—	—	—	—	225	205	20
16 ^c	2	288	18,0	288	—	—	288	288	—
15 ^c	5	510	34,0	390	—	120	660	390	270
15 ^a	2	345	23,0	330	15	—	335	320	15
13 ^a	2	212	16,3	92	—	120	911	911	—
12	2	608	50,7	416	192	—	432	288	144
11 ^b	1	150	13,6	120	30	—	300	260	40
10 ^a	4	1.260	126,0	792	468	—	532	360	172
9 ^b	2	99	10,0	99	—	—	99	99	—
8 ^a	2	420	52,5	360	60	—	660	450	210
7 ^b	5	—	—	—	—	—	840	420	420
7 ^b	4	810	115,7	600	210	—	1.090	822	268
6 ^b	3	792	132,0	468	324	—	792	468	324
2 ^b	6	1.003	501,5	478	285	240	1.224	854	370
...	7	—	—	—	—	—	703	450	253
...	3	444	—	—	—	148	360	266	94

. Datos no disponibles.

^a Ingeniería Sanitaria.

^b Primer curso de abastecimientos públicos de agua potable o curso de saneamiento.

^c Materias afines a la ingeniería sanitaria.

De 56 instituciones que enviaron datos, 34 notificaron el tiempo dedicado a química y biología (bien a ambas disciplinas o bien sólo a química). El total de horas varió entre 490 y 40, las clases teóricas de 350 a 40, y las prácticas, de 210 a cero. Los promedios correspondientes son 142, 97 y 68 horas, respectivamente. El único programa de ingeniería sanitaria para no graduados se basaba en 112 horas de química y biología: 56 de clases teóricas y las otras 56 de prácticas.

MEDIOS DOCENTES DE INGENIERIA SANITARIA

El estudio de la OPS relativo a la enseñanza de pediatría en Latinoamérica,⁴ recuerda a sus lectores un antiguo proverbio chino, cuya paráfrasis puede ser ésta:

Lo que por mí leo, lo recuerdo;
lo que veo vale por mil palabras;
lo que hago, acrece mi entendimiento.

Así expresa el antiguo proverbio lo que, tal vez, son las dos necesidades más flagrantes de la enseñanza de la ingeniería sanitaria en Latinoamérica: buenas bibliotecas y laboratorios.

Bibliotecas de las escuelas de ingeniería

La escasez de libros y otras publicaciones en español y portugués es un serio obstáculo de la enseñanza de ingeniería. La mayoría de los libros que se editan como obras originales en América Latina, sólo circulan, al parecer, dentro del país o de la escuela donde su autor enseña. Relativamente, hay pocos libros de texto extranjeros, y menos aún obras de consulta traducidas al español o al portugués. En su lengua original, el uso de los mismos suele ser poco, debido a las barreras idiomáticas y al costo. No obstante, aquí y allá hay alguna buena colección de libros y revistas. Varias de ellas están, desde luego, a cargo de bibliotecarios competentes y de profesores in-

teresados en que sus alumnos cuenten con medios docentes útiles y apropiados. Sin embargo, en general, queda mucho por hacer para mejorar la situación, como muestra el examen del cuadro No. 8, con respecto a 44 de las 56 escuelas que enviaron datos.

Entre las publicaciones sobre ingeniería sanitaria, la revista de la AIDIS (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria) se encuentra en 11 bibliotecas, y el *Journal of the American Water Works Association*, en 10. Las demás revistas se encuentran, a lo sumo, en media docena de estas bibliotecas. El gran interés por las revistas especializadas en abastecimiento de agua no es sorprendente, puesto que ésta es una de las necesidades más urgentes de las colectividades latinoamericanas. El total de los varios títulos notificados es 40.

Laboratorios de las escuelas de ingeniería

Se solicitaron datos acerca de cinco clases de laboratorios: hidráulica, química del agua, química del aire, biología del agua y biología del aire. Aparte de los relativos a un laboratorio de química del aire, sólo se han recibido datos sobre laboratorios de hidráulica, química del agua y biología del agua. Por lo menos 30 escuelas no hicieron mención de laboratorio de hidráulica. Había 12 laboratorios de química del agua (1 sin equipo) y 4 de biología del agua. Esta situación no es satisfactoria. El espacio de 24 laboratorios de hidráulica variaba de 8.000 a 140m.², y el promedio fue de 310m.². En ingeniería civil (incluso la ingeniería sanitaria), el espacio por estudiante varía entre 12 y 0,2 m.², y hay seis laboratorios donde no se ha podido determinar el espacio relativo.

Más estrechamente vinculadas a la enseñanza de ingeniería sanitaria se encuentran las 12 unidades utilizadas para el estudio de la química del agua y las 4 dedicadas a biología del agua. El espacio de las mismas varía de 600 a 21 m.² para química, y de 60 a 21 m.² para biología. Las cifras correspondientes a cada alumno de abastecimiento de agua son de 18,1 a 0,1 m.² para química, y de 1 a 0,1 m.² para biología.

⁴ En la preparación de este informe preliminar, el esquema y algunas de las ideas expuestas en el trabajo *Pediatric Education in Latin America*, por M. E. Wegman, J. G. Hughes y R. R. Puffer, resultaron de máxima utilidad.

La única escuela donde se enseña ingeniería sanitaria a no graduados cuenta con 700 m.² de laboratorio de hidráulica especializada para sus 36 alumnos, o sea, 19 m.² por estudiante, un laboratorio de 124 m.² para química del agua, que comprende espacio y equipo para el estudio por unidades de las operaciones de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales (3,4 m.² por alumno) y un laboratorio de 46 m.² para biología del agua (1,3 m.² por alumno).

Hay ciertos hechos alentadores, como el reconocimiento oficial de la posible aportación de los laboratorios de hidráulica al diseño de importantes estructuras y obras hidráulicas, y una apreciación más general, por parte de los centros docentes y de la profesión de ingeniería, de la necesidad de disponer de laboratorios idóneos. Que los antiguos alumnos de ingeniería sanitaria de la Universidad Central de Venezuela hayan equipado un laboratorio moderno de hidrología, es un testimonio espléndido del despertar de este interés.

PROFESORADO DE INGENIERIA SANITARIA

El número de profesores de ingeniería en América Latina es escaso. Si bien hay escuelas que tienen hasta 10 profesores, cada uno de ellos no dedica a su trabajo, suponiendo que trabajen por igual, más de 18 horas de clases, todas ellas teóricas. Sin embargo, hay centros donde los profesores dedican 1.160 horas a la enseñanza, a base de una distribución equivalente del trabajo. Puede calcularse que los puestos a tiempo completo requieren unas 1.600 horas, o sea, 40 semanas a razón de 40 horas cada una. Un análisis de los datos de 49 instituciones, muestra que el número de profesores varía de 10 a 1, y la mediana de 4. El único programa de enseñanza de ingeniería sanitaria para no graduados cuenta con 15 profesores y ayudantes.

El volumen total de enseñanza no puede hallarse a base de los datos disponibles. Si se admite que el trabajo está distribuido de un modo uniforme entre los miembros del profesorado, las variaciones correspondientes a las 46 instituciones son las siguientes:

Total de horas.....	de 1.160 a 50
Horas de clase teórica.....	de 670 a cero
Horas de prácticas.....	de 220 a cero
Horas de otras actividades....	de 780 a 9

Una institución cuyos profesores trabajan 1.160 horas como promedio ha notificado la elevada cifra de 3.132 "horas de otras actividades."

En general, puede afirmarse que la enseñanza de ingeniería sanitaria a tiempo completo, en el sentido de que ésta sea en verdad el principal empleo del profesor, no existe en las escuelas latinoamericanas para no graduados, salvo en los casos en que el profesor sea el decano o el presidente o secretario del grupo de ingeniería civil o sanitaria. No es posible enjuiciar debidamente la situación sin conocer a fondo la calidad de la enseñanza. Allí donde la profesión de ingeniería vela por la misión que le compete en cuanto a la perpetuación de la buena práctica profesional y al perfeccionamiento de la técnica en que se basa, y donde la colaboración con un centro docente representa el reconocimiento de altos méritos profesionales, el profesorado es bueno y lo mismo la enseñanza.

Por otra parte, para la enseñanza del desenvolvimiento de las ciencias en que se basa la ingeniería sanitaria, quizás no sea siempre un ingeniero en ejercicio el más eficaz. Salvo casos excepcionales y tratándose de personalidades extraordinarias, lo recomendable es que estos puestos estén a cargo de personas dedicadas, a tiempo completo, a la enseñanza y la investigación.

INVESTIGACION SOBRE INGENIERIA SANITARIA

Entre más de 200 millones de personas tiene que haber muchas mentes excepcionales que, mediante el análisis, la síntesis y la reducción a la práctica, puedan perfeccionar las ciencias y técnicas básicas de la ingeniería. La encuesta acusa 18 temas de investigación, llevadas a cabo por 8 escuelas donde la ingeniería sanitaria forma parte del plan de estudios de ingeniería civil. De estas investigaciones, se han publicado 7. Otras 5 vienen siendo estudiadas por el personal afecto al único plan de ingeniería

sanitaria propiamente dicha para no graduados. Tanto los profesores como los alumnos participan en 3 proyectos de investigación en uno de los programas de ingeniería sanitaria para graduados. Todo esto es alentador. Sin embargo, no es sino el comienzo. La ingeniería sanitaria no puede quedar abandonada en un sector tan amplio de la creciente población mundial.

También sirven de estímulo las publicaciones de los respectivos países, muchas de las cuales han sido iniciadas muy recientemente por algunas instituciones docentes latinoamericanas, así como por organismos gubernativos interesados en la ingeniería sanitaria. Aunque buena parte del material publicado resume investigaciones y progresos hechos fuera de América Latina, las publicaciones son un buen principio. La posibilidad de publicar revistas profesionales estimulará la investigación independiente. Es muy importante que haya publicaciones internacionales en varios idiomas, como la revista de la AIDIS. Debe mencionarse, asimismo, el *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, que publica trabajos en español o portugués sobre cuestiones relacionadas con la salud.

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA SANITARIA PARA GRADUADOS

Entre las escuelas que han informado al respecto, hay dos de salud pública que enseñan ingeniería sanitaria especializada a ingenieros graduados. Además, tres escuelas de ingeniería ofrecen enseñanza para graduados y no graduados. Si bien el número actual de alumnos graduados es pequeño—de 10 a 30, y algunos años menos—los profesores y sus centros docentes respectivos, convencidos de la necesidad de la enseñanza para graduados, no se desaniman, sino que siguen sus planes con vistas al futuro. En esta labor, merecen el caluroso apoyo de toda la profesión.

Las horas de enseñanza en las dos escuelas que ofrecen un año de enseñanza a tiempo completo, son 1.224 y 911 respectivamente, y el número de profesores, 6 y 2. Los 6

profesores tienen a su cargo un total de 1.003 horas (478 de clases teóricas, 285 de prácticas y 240 de otras actividades); los 2 profesores se encargan de 212 horas (92 de clases teóricas y 120 de otra índole). Por supuesto, el programa total requiere la intervención de químicos, biólogos, epidemiólogos y estadísticos de otros departamentos de ambas instituciones. En mayor detalle, los programas abarcan la instrucción sobre abastecimiento de agua y alcantarillado municipales (118 y 153 horas de cada especialidad, de las cuales 90 y 78 son de clases teóricas, respectivamente); depuración del agua y tratamiento de aguas cloacales (206 y 131 horas de cada materia, de las cuales 174 y 66 son de clases teóricas, respectivamente); química del agua y biología del agua (196 horas de cada clase, y con 64 y 70 de clases teóricas, respectivamente); saneamiento general y administración (350 y 206 horas, con 278 y 103 horas de clases teóricas, respectivamente), y epidemiología y bioestadística (174 y 160 horas, con 96 y 60 de clases teóricas, respectivamente). Una de las instituciones ofrece 64 horas de enseñanza de higiene del trabajo (42 de clases teóricas), 28 horas en residuos industriales (todas de clases teóricas) y 88 horas de parasitología (80 de clases teóricas). La otra escuela dedica 56 horas a higiene del trabajo y contaminación del aire (38 de clases teóricas) y 9 horas a residuos industriales (6 de clases teóricas).

Con la excepción de Brasil y México, las dos mayores repúblicas de América Latina, parece que los programas de ingeniería sanitaria para graduados sólo pueden resultar viables mediante la cooperación internacional. Por desgracia, determinados obstáculos impiden la asignación de estudiantes de un país a otro. Los principales son: la imposibilidad en que se ven los países pequeños para justificar los gastos de programas para graduados; dificultad de apoyo económico durante el tiempo completo de los estudios de graduados en un país extranjero; escasez de divisas extranjeras; separación de la familia y dudas en cuanto

a la conservación de los puestos. La solución de este problema es fundamental para el pleno desenvolvimiento de la ingeniería sanitaria en Latinoamérica. Si la cuestión es realmente tan importante como nos lo parece a la mayoría, debe encontrarse algún medio de que la enseñanza de ingenieros sanitarios graduados pueda establecerse sobre una base firme. Con imaginación, perseverancia y buena voluntad ha de hallarse un camino.

CATEGORIA PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS SANITARIOS

No es difícil comprender que la enseñanza de ingeniería sanitaria no puede situarse por encima del nivel de la profesión correspondiente. Por consiguiente, uno de los objetos de la encuesta fue la categoría profesional de los ingenieros sanitarios en Latinoamérica. En general, la situación es buena, pero no excelente. Hay oportunidades de empleo en todos los niveles gubernativos. En algunos casos, según la economía del país y su estructura gubernativa, hay grupos bien organizados de consultores que prestan servicios en unidades políticas y en la industria. Donde esto ocurre, también hay posibilidades de empleo en las empresas constructoras. Como hay gran demanda de viviendas, es cierto que algunos ingenieros sanitarios se vienen dedicando a la construcción de casas. Hay por lo menos 60 sociedades profesionales de ingeniería, según informes recibidos de 16 países latinoamericanos. La mayoría de las mismas son sociedades de carácter nacional, y 29 de ellas tienen filiales fuera de la capital del país. Hay 11 filiales de la agrupación de ingeniería sanitaria internacional, conocida

por la AIDIS, algunas de las cuales tienen a su vez departamentos locales.

A juzgar por los datos de que se dispone, las relaciones con las autoridades de salud pública son cordiales en todas partes. No obstante, parece faltar una plena comprensión entre ambas profesiones. Las dos tienen todavía mucho que aprender acerca de las aportaciones que pueden hacer al control del ambiente: una, por medio de la ingeniería, la otra, de la medicina. Si bien los departamentos de sanidad han estimulado a los ingenieros a que hagan de la salud pública el objeto de su propia carrera, éstos se muestran reacios a ello, y son tal vez demasiados los casos que se dedican a otras actividades.

A este respecto, América Latina ha seguido el ejemplo europeo de separación e igualdad, más que el ejemplo norteamericano, de una sola autoridad encargada de todos los aspectos de la salud pública, con considerable intervención en la construcción de obras públicas destinadas al saneamiento. Pero, repitémoslo, con buena voluntad ambos tipos de organización pueden resultar eficaces.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los estudios a que se refiere el presente trabajo no son lo bastante extensos para servir de base a un resumen definitivo o a conclusiones de gran alcance. La labor no se podrá completar mientras no se reciban todos los datos. Entretanto, los autores agradecen profundamente a sus muchos amigos, nuevos y antiguos, el envío de los datos objeto del presente trabajo, colaboración que los hace, en cierto sentido, coautores del mismo.