

Impresiones de la enseñanza de la Ingeniería en los Estados Unidos de Norteamérica

(Conferencia dada en el Instituto de Ingenieros de Chile)

Señor Presidente, señoras y señores:

Agradezco la oportunidad que se me presenta de exponer ante los miembros de esta institución las impresiones sobre la Enseñanza de la Ingeniería, recogidas durante la reciente visita a los EE. UU. efectuada en compañía de otros cinco profesores de la Escuela de Ingeniería, los señores von Bennewitz, Ibáñez, Mebus, Monge y Neuenschwander.

Nuestro viaje se ha llevado a efecto gracias a una invitación de la Comisión de Fomento Interamericano y con la ayuda de la Universidad de Chile, de la Corporación de Fomento, de la Dirección de Ferrocarriles y del Ministerio de Obras Públicas.

Quiero señalar también la eficaz labor efectuada por la entidad norteamericana "International Training Commission", que fué encargada de organizar los detalles de nuestras visitas en los 3 meses de nuestra estada en EE. UU. durante los cuales visitamos en conjunto o individualmente un total de unas 70 distintas instituciones, entre Universidades, Institutos de Investigación, fábricas, etc. Finalmente, quiero hacer resaltar la extraordinaria amabilidad con la cual hemos sido recibidos en todas partes. Ha sido para nosotros una gran satisfacción poder constatar que el nombre de Chile, de su Universidad, de sus ingenieros y de sus estudiantes, que han trabajado en EE. UU., gozan de un alto prestigio y que hay para nuestros problemas y especialmente, los referentes a nuestra enseñanza, un interés y una comprensión digna de mencionar.

El desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería en EE. UU., es tanto más sorprendente, si se considera que todavía no han pasado 100 años desde que se fundó la primera Escuela de esta especialidad. Hasta la segunda mitad del siglo pasado la profesión del Ingeniero se consideró como una ocupación de segunda categoría especialmente en comparación con la del abogado y los EE. UU. tuvieron que basar sus obras casi exclusivamente en la labor de los ingenieros europeos. Fué el gran Presidente Lincoln quién reconoció el peligro de esta situación y quién dictó en el año 1861, una ley especial con la cual se cedieron grandes extensiones de terrenos del oeste de los EE. UU. a aquellas Universidades que se comprometieron a organizar la enseñanza de la Ingeniería y Agronomía. Existen actualmente 155 instituciones que dan el título de Ingeniero, de las cuales 48 se formaron a base de esta ley, los llamados "Land grant Colleges", colegios con terrenos estatales. Aunque hoy día las entradas provenientes de estas propiedades solamente en muy pocos casos influyen mayormente en los presupuestos de las Universidades, no hay duda que esta ley ha influido en forma decisiva en el desarrollo de ellas.

La orientación de la enseñanza se debió en el comienzo principalmente, a las influencias de las escuelas escocesas; más tarde se dejó sentir la de las universidades francesas y alemanas y hacia el fin del siglo pasado la escuela rusa influyó fuertemente en el desarrollo que se daba al trabajo manual y práctico en general. En esta época despertó también en la conciencia general la importancia que la profesión de Ingeniero tiene para el desarrollo del país. En 1893, se fundó la "Society for Promotion of Engineering Education", cuya finalidad es el perfeccionamiento de la educación de los Ingenieros. A esta se agregó en 1933 el "Engineering Council for professional development" (Consejo para el desarrollo profesional del Ingeniero), el que trata de conseguir tal progreso por tres distintos caminos:

- 1) La selección de los alumnos e ingenieros y su orientación;
- 2) La inspección y clasificación de las escuelas para asegurar su mejoramiento; y
- 3) La perfección del Profesorado.

Quiero referirme en este momento, al segundo de estos puntos, porque caracteriza la forma como se entiende y se aplica en EE. UU. el sistema democrático, aun cuando se refiere a instituciones como las Universidades, cuya organización interna dista mucho de las ideas democráticas nuestras. Existe en cada uno de los Estados, una oficina fiscal el "State Registration Board", en la cual los que desean efectuar trabajos de ingeniería deben quedar registrados antes de que puedan realizar por su cuenta y responsabilidad trabajos profesionales. Pero todas estas oficinas estatales forman un conjunto, el "National Registration Board", institución que no es una oficina federal como podría pensarse, sino una particular y que tiene entre sus facultades la de designar las escuelas de ingeniería, cuyos egresados quedan automáticamente autorizados para registrarse sin mayores antecedentes. Estas escuelas "acreditadas", deben cumplir programas mínimos y mantener un cierto nivel en cuanto a sus instalaciones de laboratorios, talleres, bibliotecas y medios de enseñanza en general. Y el riesgo de perder este "crédito" o el grado que ocupan en el "ranking", la escala que anualmente se fija —aun en una sola especialidad— significa para las escuelas aparentemente un aliciente de superación mucho más poderoso que un control rígido estatal o federal.

ORGANIZACION DE LAS UNIVERSIDADES Y ESCUELAS Y EL PROFESORADO.

La organización general de las Universidades y de las Escuelas de Ingeniería es muy interesante. Estas últimas forman generalmente parte de las primeras, pero hay casos y muy notables, como por ejemplo el "Carnegie Institute of Technology" y el "Instituto Tecnológico de Massachussets" (M. I. T.) que son instituciones independientes. Tienen entonces una organización aparte, pero similar a la de las Universidades completas. Existe en cada caso, tanto en los establecimientos estatales como en los particulares un Consejo Superior llamado "Board of Trustees" formado por personas prominentes e interesadas en la enseñanza. Se designan o bien por el gobierno estatal o bien por los fundadores de las universidades particulares y entre sus miembros hay siempre representantes de las industrias más importantes. Hay también delegados de los "alumni" nombre con el cual se designan los egresados, elegidos por las asociaciones de ellos que existen en todas partes y que —tratándose de ingenieros— generalmente ocupan puestos de importancia en las mismas industrias. Cito como ejemplo a Charles T. Kettering, Presidente de la General Motors que forma parte del Directorio de la Universidad de Ohio, a los Dupont y a Vannevar Busch, que integran el Consejo del M. I. T.

etc. Así se consigue un contacto íntimo entre las escuelas, sus egresados, las industrias y la opinión pública en general, contacto que tendré la oportunidad de volver a señalar y que es una de las bases de la prosperidad de las Escuelas.

Este Consejo Superior designa el Presidente de la Universidad, puesto que corresponde al de nuestro Rector. Se eligen para este cargo, generalmente personas que han tenido una actuación en la enseñanza y educación en general y hemos encontrado en muchas partes hombres relativamente jóvenes, especialmente si se toma en cuenta que se trata a veces de instituciones que, como la Purdue, Universidad en Lafayette, Indiana, tienen un total de 9.000 o más alumnos.

El Presidente por su parte, designa los Decanos de las escuelas y éstos nombran los profesores. Los Decanos se asesoran generalmente por un comité formado por los jefes de Departamentos pero son ellos mismos los responsables de las designaciones. No hay elección de parte de las Facultades y los nombramientos se hacen por períodos determinados de 3 años y 5 años, naturalmente con la posibilidad de renovarlos. Solamente las personas que han desempeñado sus cargos ya durante muchos años, tienen contratos perpetuos. Naturalmente, debido al gran número de escuelas de ingeniería, hay muchas oportunidades para cambios de una a otra institución, y la carrera del profesor tiene en realidad, todas las características de una verdadera profesión. Empieza como instructor, cargo que corresponde hasta cierto punto al de nuestro ayudante y pasa por los diversos grados de profesor, ayudante y profesor agregado hasta llegar al puesto de profesor ordinario y finalmente Jefe de Departamento. En todos estos grados, con excepción del primero, en el cual se ocupan muchos alumnos graduados como bachilleres y que aspiran al título de master o doctor, se trata de una ocupación full-time, es decir, las personas se dedican exclusivamente a trabajos de enseñanza o de investigación. La mayoría de los profesores pasa por todas estas etapas, pero hay naturalmente, muchas excepciones, es decir, personas que llegan a ocupar puestos superiores en la enseñanza después de haber desempeñado cargos profesionales propiamente dichos. También es frecuente que los profesores después de trabajar algún tiempo en las escuelas, pasen a la profesión por un tiempo, para volver después de nuevo a la Universidad. Pero las condiciones económicas mucho más favorables en la industria, quitan a las Universidades muchos elementos y no los peores. He tenido la oportunidad de ver estadísticas al respecto, y aunque las cifras absolutas pueden haber cambiado en algo, seguramente la relación es aún más desfavorable hoy día para los que se dedican a la enseñanza. El sueldo anual término medio del ingeniero asalariado en la industria, después de 10 años de trabajo en la profesión según esta estadística, alcanzaba a cinco o seis mil dólares, suma que el ingeniero que se dedica a la enseñanza gana solo después de llegar a ser profesor en propiedad y Jefe de Departamento, generalmente después de 15 o más años ya que representa el tope al cual llega. Es cierto que los sueldos iniciales son relativamente elevados, especialmente los de los instructores y esto explica el por qué muchos alumnos graduados quedan durante algunos años en las Universidades, especialmente porque así pueden pretender a conseguir salarios superiores en la industria. Pero el problema de encontrar profesores parece serio. También es cierto que la situación de los profesores en los ramos de aplicación mejora en muchos casos, debido a las remuneraciones que perciben indirectamente de los particulares por los trabajos de investigación que dirigen. Y las escuelas no sólo toleran tales trabajos, sino los fomentan, porque estiman de que sólo así el profesor queda en contacto con el desarrollo de su especialidad. Al profesor full-time se le exige asistencia durante unas 7 horas diarias y generalmente durante los 5 primeros días de

la semana, pero el tiempo que debe dedicar a la enseñanza propiamente tal, está limitado a 12 horas de clases semanales o a un número correspondiente de clases y ejercicios (laboratorio). Si hace trabajos de investigación, se le disminuye este tiempo y se le paga o bien con fondos especiales de la Universidad destinados para tal fin —especialmente si se trata de investigaciones teóricas— o bien con los fondos de los particulares que financian los estudios que les interesan. Esta colaboración de las universidades a la industria es otro lazo que los une y se traduce en un beneficio para ambas partes.

He señalado con algún detalle la situación del profesorado, porque en realidad, es fundamental para el éxito de la enseñanza. Las dificultades de encontrar personal idóneo y que pueda dedicarse exclusivamente o por lo menos en parte apreciable de su tiempo a la enseñanza universitaria son en Chile, aún mayores que en EE. UU. y es por lo tanto, necesario dedicar la mayor atención a la solución de este problema, especialmente a la formación de la carrera del profesor.

FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA.

Las carreras del Ingeniero en las Universidades de los EE. UU., abarcan un período de 4 años, al final de los cuales el alumno adquiere el título de "bachellor". Se comprende inmediatamente que en un tiempo tan corto no se puede preparar un Ingeniero con conocimientos enciclopédicos y que forzosamente tiene que especializarse. Así existen en casi todas las escuelas las especialidades de Ingeniería Civil, Mecánica, Electricista, Química, Aeronáutica, Minera y Metalurgista, Industrial y en algunas la del Ingeniero de Administración, de Carbón, de Petróleo.

La proporción de los alumnos en estas distintas carreras varía naturalmente de un establecimiento a otro y muy a menudo queda influenciada por la presencia de uno o varios personajes importantes de determinada especialidad o de las mayores o menores facilidades que existen para estudiarla. Así los estudios de minería metálica son muy reducidos en el Este, puesto que no hay minería metálica en esta parte del país; en Pensylvania por otra parte la minería del carbón y la industria del petróleo y sus aplicaciones desempeñan un papel importante y las escuelas tienen las especialidades correspondientes. Pero a pesar de estas variaciones locales se puede advertir la preponderancia que tienen las especialidades de la ingeniería Mecánica, Electricista y Química en relación con la del Civil. En la Escuela de Ingeniería de Purdue el 40% de los alumnos se especializa en Ingeniería Mecánica, el 20 al 30% en Ingeniería Electricista, el 15 al 20% en Química y el resto 10 a 25% se divide entre las otras especialidades entre ellas la de los Civiles. En la Escuela de Ingeniería de Columbia (Ohio) había 254 alumnos de Mecánica, 104 Industriales, 232 Electricistas, 160 Químicos y 82 Civiles, aparte de 83 de un curso especial de Aeronáutica, que en realidad combina estudios de Ingeniería Civil y Mecánica.

Hay además, dentro de las carreras, especialmente en la del Ingeniero Civil, mucha flexibilidad, es decir, posibilidad de selección y combinación. Esto se facilita debido al hecho de que —especialmente en las grandes escuelas— los mismos cursos se repiten dos o tres veces en el mismo año, lo que se puede hacer debido a la división del año escolar en períodos que abarcan 3 a 4 meses, es decir, trimestres o semestres y en los cuales se trata de completar una materia o una parte esencial de ella. Tal sistema trae además, la ventaja de que el alumno que fracasa en un ramo, no pierde sino una parte del año. A pesar de esta especialización, que por ejemplo, llega tan lejos que el estudiante de Ingeniería Civil normalmente no tiene

una clase obligatoria de Electrotecnia, el tiempo de estos 4 años sólo es suficiente para dar a los alumnos una preparación mínima especialmente en los ramos fundamentales de matemáticas y física. Este defecto se corrige porque existe la posibilidad de estudios complementarios para los bachilleres que después de un período mínimo de un año, llegan al título de master y después de 1 a 3 años, al de Doctor. Pero el número de alumnos que se dedican a tales estudios superiores es muy escaso, apenas el 10% del total de los bachilleres. Resulta así que la mayoría de los ingenieros tiene una preparación limitada en cuanto a estudios teóricos y muy especializada en los ramos de aplicación. No hay duda que este sistema ha dado excelentes resultados en los EE. UU. Quiero reproducir aquí el contenido de una conversación que tuvimos en la Columbia University, durante un almuerzo, sobre las finalidades de la enseñanza de la Ingeniería. Se nos dijo que en los EE. UU. hay una demanda enorme de ingenieros que sepan lo suficiente para aplicar reglas generales, usar tablas, etc. A la mayoría de ellos, no se les presentan en su trabajo problemas de mayor trascendencia, para cuya solución necesitarían conocimientos más profundos. Por esto se les da solamente una preparación matemática lo suficiente para esta clase de trabajos. La especialización por lo demás, no tiene mayor peligro en los EE. UU. porque los ingenieros pueden consultar siempre a un colega de otra especialidad, si lo necesitan. Las grandes firmas tienen especialistas de todas las categorías que fácilmente pueden trabajar en equipo. Si se trata de problemas más difíciles, de investigaciones, etc., se recurre a los master o doctores. No necesito explicar que el sistema mencionado no tendría aplicación en Chile y que necesitamos dar a nuestros Ingenieros una preparación mucho más profunda en los ramos teóricos y de más amplitud en los ramos de aplicación que la de los bachilleres de EE. UU.

SELECCION DEL ALUMNADO.

La preparación de los alumnos que entran al primer año de las Escuelas de Ingeniería en los EE. UU. y que han pasado por el High School, que corresponde a nuestro Liceo, generalmente no es más amplio en los ramos científicos que en nuestro país y como en el nuestro la calidad de la preparación varía enormemente. Se necesita por lo tanto, una selección y a pesar de ella, el número de los fracasados durante los estudios es grande. Según los datos que se nos proporcionó entran anualmente unos 36.000 alumnos al primer año de las Escuelas de Ingeniería de todo el país y se gradúan como bachilleres unos 13.000 a 15.000, es decir, menos del cuarenta por ciento. Naturalmente esta proporción varía y se ve una influencia muy fuerte según si la escuela emplea o no, una selección al admitir los alumnos al primer año. Tales exámenes de admisión, se efectúan principalmente en las Universidades particulares. Así en la Escuela de Ingeniería de Columbia, se admiten 600 de un total de 3.000 postulantes. Por otra parte, los establecimientos estatales, generalmente aceptan a todos los alumnos que comprueben cierta preparación mayor en ciencias, o se exige que el alumno pertenezca al grupo de alumnos superiores de su clase, por ejemplo al 30% o 40% superior. La influencia de esta clase de selección se vé en las siguientes cifras. En Columbia, con examen de admisión, el 70% de los alumnos del primer año se gradúan; en Pennstate College, donde sólo se exigen notas superiores en el Liceo, pero donde no se toma examen de admisión, este número baja al 55% y en la Universidad de Ohio (Columbia), donde no hay ninguna selección, fracasa el 70% de los alumnos de primer año.

Los métodos usados en estos exámenes de admisión son muy interesantes. No se limitan a la comprobación de los conocimientos, sino que se trata de determinar la aptitud general del candidato para los estudios de Ingeniería. Nuevamente hay que señalar el espíritu de cooperación que existe en la organización de estas tareas. Hay varias instituciones que preparan las materias para estos exámenes y que juntan las pruebas dadas. Cito entre ellas a la "Soc. for the Promotion of Engineering Education", al "Engineering Placement Examination" y al "College Entrance Examination Board", institutos particulares a los cuales recurren las Escuelas para preparar los problemas y para juzgar los aspirantes. Además se aprovecha la cooperación de la industria. Así la Westinghouse somete anualmente a 1.500 alumnos a un examen de selección para proveer 10 becas de estudios en el Instituto Tecnológico Carnigie de Pittsburgh y esta escuela aprovecha los demás resultados de este concurso. Finalmente, los postulantes en muchos casos se someten a entrevistas previas, para calificar sus aptitudes. Ex alumnos de las escuelas, que generalmente ocupan posiciones superiores en las industrias lo que les permite tener cierto criterio para juzgar las calidades de los aspirantes, prestan sus servicios a las escuelas en lugares distantes de la universidad y ayudan así no sólo a la selección sino también a la orientación de los jóvenes, puesto que el mismo interesado muy a menudo descubre en tales entrevistas sus verdaderas aptitudes o inclinaciones.

La tarea de orientación y selección no se limita al momento de admisión del alumno, sino que sigue durante el curso de los estudios. Para esto sirven una serie de "tests" es decir, de pruebas escritas. Los resultados de ellas no influyen directamente en las notas y muy a menudo no son obligatorias, pero la experiencia ha demostrado que los mismos alumnos voluntariamente se someten a ellas, porque reconocen el gran valor que tienen para orientarlos respecto a sus futuros estudios. Casi todas las escuelas tienen un Instituto psicológico que se dedica a esta clase de actividades. Así el de la Universidad de Iowa dispone de dos mil diferentes tests. Las materias de éstos, abarcan la habilidad general, las matemáticas, la comprensión mecánica, la aptitud para pensar en dos dimensiones y el interés vocacional. De paso quiero mencionar que la industria está empleando métodos muy similares y así la Ford Motor C.º, por ejemplo, me suministró un pliego de estos tests que en realidad son de sumo interés.

CONTROL DE LOS ESTUDIOS Y METODOS DE ENSEÑANZA.

El control de los estudios naturalmente no se limita a esta clase de pruebas. Hay en realidad, un régimen muy estricto que obliga a los alumnos a estudiar y prepararse continuamente y no sólo para las interrogaciones y exámenes. Contribuye a esto el método de enseñanza que se aplica. En cada ramo hay un número reducido de clases propiamente tales, es decir, conferencias, en las cuales el Profesor ordinario expone solamente la materia básica y a las cuales asisten en conjunto el total de los alumnos, a veces en número de 200 y más. Pero junto a estas clases hay lo que se llama recitaciones, generalmente a cargo de Profesores Agregados. Para ellos cada curso se divide en grupos de 20 a 25 como máximo. Los alumnos deben preparar previamente la materia que se tratará indicándoseles la parte pertinente del texto que se emplea. El Profesor discute con los alumnos, preguntándoles respecto a las dudas que la materia les mereció y trata de las aplicaciones numéricas y prácticas respectivas. Con este sistema y con el de las in-

terrogaciones escritas cortas y sorpresivas en clase (quizzes), se consigue, como ya lo mencioné, que los alumnos ya poseen la materia previa a la que se sigue tratando.

No obstante, existe el peligro que el método reduzca en algo el papel del profesor, que meramente sirve de intérprete de determinado texto. El daño muy a menudo no es grave, porque los mismos profesores son los autores de los textos empleados. Pero no son ellos, sino los instructores y profesores agregados los que en vista del número grande de grupos formados, dirigen estas recitaciones y la calidad de la enseñanza así depende mucho de la preparación de este personal auxiliar. El Presidente de la Universidad de Purdue nos llamó mucho la atención hacia este defecto del método de "libros de textos" en el cual a veces el instructor adelanta a los alumnos solo en los conocimientos de algunas páginas del libro.

Para los ejercicios teóricos y prácticos se vuelven a dividir los cursos de grupos de 20 a 25 alumnos con su instructor. La dotación excelente y abundante de los laboratorios, permite que los alumnos de estos grupos, individualmente o de a dos, hagan simultáneamente el mismo ejercicio práctico, de modo que el desarrollo de éstos puede seguir paralelamente al de la materia tratada en clase. Al final del período de enseñanza, que abarca 3 a 4 meses, se toman los exámenes finales de la materia. El alumno que fracasa puede repetir, como ya he dicho, el curso, generalmente en el período siguiente. No hay obligación de tomar el número total de clases del plan normal, pero si el alumno no progresa lo suficiente se le advierte primero, se le pone a prueba en un segundo período y finalmente se le elimina de la escuela. Por otra parte, las universidades procuran ayudar material y espiritualmente a sus alumnos. Disponen para ello de un grupo de "consejeros" o "mentores" formado por profesores que dedican parte de su tiempo a esta tarea verdaderamente educativa, que es la de ayudar a los alumnos a solucionar las dificultades que se les presentan. Se consigue así y por los otros métodos de bienestar una atmósfera de mucha confianza entre el alumno y las autoridades universitarias, que contribuye en gran parte, al éxito de los estudios y a la íntima relación que se mantiene entre los ex-alumnos y el plantel de educación donde han hecho sus estudios, su "Alma mater".

Lo expuesto referente a la forma de la enseñanza se refiere a los cursos que llevan al título de bachiller. Los cursos de los que se preparan para el título de Master o Doctor son mucho más individuales. Se trata generalmente de grupos muy pequeños de 2 a 6 alumnos que trabajan con un profesor y donde la enseñanza tiene más bien el carácter de un seminario, dándose mucha importancia a la consulta de libros y revistas para lo cual las escuelas disponen de excelentes bibliotecas.

En cuanto a la distribución de los ramos se puede decir que la tercera parte del tiempo total se dedica a ramos teóricos (Matemáticas, Química, Física); la mitad a cursos técnicos, es decir, de aplicación y una sexta parte a cursos generales como Inglés, Economía, etc.

En los cursos superiores el 12 a 16% son electivos, es decir, el alumno puede elegir entre varios cursos distintos, llama la atención la gran importancia que se da a las clases de materias generales, especialmente del idioma inglés. Es tan fuerte la tendencia de aumentar todavía esta enseñanza, que se piensa prolongar los estudios en un año más, para darle mayor amplitud. La Universidad del Estado de Ohio, ya ha introducido esta novedad y la de Indiana (Purdue) está estudiando la misma medida. Se argumenta que el ingeniero debe tener una cultura general, igual a la de los otros profesionales, especialmente de los abogados, para que pueda intervenir como ellos en la vida social y política. Además se dice que el ingeniero no sólo debe saber, sino que también debe ser capaz de hacer valer sus opiniones,

y de convencer a los otros miembros, especialmente comerciantes, de los Directorios de las Compañías con los cuales trabaja o al público en general.

También se hace hincapié —y con mucha razón— en la necesidad de educar a los ingenieros para que sepan tratar a sus colaboradores y subordinados. Las “relaciones humanas” tienen seguramente gran importancia en las actividades del ingeniero y su formación para poder señalar rumbos y dirigir los trabajos de otros, no debe descuidarse. Es cierto que hay otros educadores que niegan la importancia de estos problemas para las escuelas, que quieren que cada alumno busque por su propia parte la cultura general que más le convenga y piensan que el único papel de las escuelas es formar buenos ingenieros. Pero si se considera el poco interés que el norteamericano en general tiene por los asuntos políticos, se comprende que las organizaciones de ingenieros están tratando de mejorar esa situación.

La enseñanza fundamental —es decir, la de las Ciencias Físicas, Matemáticas, y Química— generalmente no se da en las Escuelas de Ingeniería, sino en una Facultad propia —la de Artes y Ciencias—, que al mismo tiempo sirve para las otras escuelas profesionales. Esta centralización tiene una enorme ventaja, porque así se pueden aprovechar mucho mejor los medios de que se disponen y no se produce la circunstancia de que ciertos laboratorios sólo ocupan algunas tardes por semana.

La dotación de estos laboratorios y talleres es magnífica y llama especialmente la atención. El hecho de que cada escuela disponga de uno o más talleres mecánicos, eléctricos, de carpintería, etc., permite que la mayoría de los aparatos o instrumentos no corrientes se construyan en las mismas escuelas. Especialmente los alumnos superiores trabajan en estos talleres, ayudados —si es imprescindible— por técnicos, para construir los aparatos que necesitan para sus investigaciones y que posteriormente incrementan las facilidades con que cuentan los laboratorios. Se reconoce en esto nuevamente la tendencia hacia una orientación práctica de los estudios.

Otra característica interesante es la de que se trata de informar a los alumnos desde un principio sobre lo que significa la ingeniería, sus campos de acción, sus métodos de trabajo y como deben tratar de aprender e informarse para cumplir bien su papel. Hay cursos de ingeniería descriptiva y hay otros sobre métodos de enseñanza. También llama la atención la estrictez con la cual se exige el cumplimiento de todos los requisitos incluso la asistencia obligatoria a clase, admitiéndose solamente faltas justificadas.

La corta duración del intervalo entre las clases de la mañana, y de la tarde obliga tanto a los alumnos como a los profesores a almorzar en los comedores de la Universidad. Así se mantiene un contacto entre ellos aun fuera de las horas de clases.

BIENESTAR.

La vida del alumno durante sus estudios es netamente universitaria. Contribuye a esto la situación de la mayoría de las escuelas en ciudades relativamente pequeñas o en determinada parte de las grandes ciudades, formando verdaderas ciudades universitarias. Disponen de espacios enormes en los cuales los edificios se distribuyen, separados por verdaderos parques. Así la de Maryland abarca unas 300 hectáreas, la de Pennstate unas 240 hectáreas, sin contar otras 800 hectáreas destinadas a campo de experimentación agrícola. Dentro de estas áreas hay hogares para los alumnos y especialmente las alumnas, casas llamadas fraternidades, organizaciones de alumnos, una gran casa de recreo con todas las facilidades para

fiestas sociales, para la comida de los alumnos a precios bajísimos, para visitantes, etc. Hay hospitales para los exámenes médicos y para atender a los estudiantes con todas las instalaciones modernas. En estas instituciones se da oportunidad a muchos alumnos para ganarse por lo menos una parte del dinero necesario para sus gastos, sirviendo de mozos, etc. También se ocupan alumnos en los servicios de la misma universidad como estadística, etc., donde pueden trabajar por horas. Los graduados que siguen estudiando para títulos superiores se emplean en gran parte como instructores con la obligación de atender por ejemplo 12 horas semanales de laboratorio, pagándoles cierta suma —actualmente 60 a 80 dólares mensuales— y librándoles de todos los pagos de matrícula, etc.

Pero la preocupación de las universidades se extiende más allá de su enseñanza. No abandona sus alumnos, aun cuando han terminado sus estudios. Hay en casi todas partes oficinas especiales que se dedican a buscar colocación para los egresados. Se confeccionan biografías impresas de los que van a graduarse, con su fotografía y se reparten a todas las industrias de la región. Estas son verdaderas "clientes" de las Universidades, mandan su Jefe del Personal, para entrevistarse con aquellos, en los cuales creen tener interés. Muy a menudo los ocupan durante las vacaciones. Los egresados que ocupan más tarde, puestos prominentes en la industria, se convierten en los benefactores de las escuelas, devolviendo así los servicios que se les ha prestado.

GASTOS Y FINANCIAMIENTO.

Los estudios mismos demandan gastos apreciables. La matrícula fluctúa entre 100 y 300 dólares por período y el alumno debe contribuir además, con sumas apreciables en los gastos de los laboratorios. Por otra parte, hay muchas becas, que otorgan matrícula libre y aun subsidios en dinero, generalmente a base de fundaciones de particulares, de ex alumnos o industrias. No obstante, la contribución de los alumnos cubre una parte apreciable del presupuesto de las universidades, alcanzando alrededor del 25 al 30% de los gastos. Los presupuestos representan sumas fantásticas. Así la Universidad de Columbia, gasta por año 11 millones de dólares, sin contar las nuevas adquisiciones suma que naturalmente no sólo comprende la enseñanza de Ingeniería sino de todas las facultades con un número de 30.000 alumnos, entre regulares, nocturnos y de verano. La Universidad de Purdue recibe anualmente 3 millones de dólares del Estado de Indiana, un medio millón del Gobierno Federal y 2 millones de matrícula. La Escuela de Ingeniería de Pennstate College, que no comprende ni la enseñanza de las Ciencias ni de la Minería, gasta anualmente unos 400.000 dólares, sin contar nuevas adquisiciones y las investigaciones que se financian separadamente. El dinero para estas actividades, para ensanches, etc., proviene en casi su totalidad de las donaciones que las universidades reciben en forma abundante. Quiero citar dos ejemplos al respecto. La Escuela de Ingeniería de Maryland recibió últimamente 3 y medio millones de dólares de un industrial, Glenn Martin, para construir nuevos edificios y el M. I. T., que necesitaba dinero para ciertas investigaciones y que pidió al señor Eastman unos 100.000 dólares, recibió de él un cheque por 2 millones.

INVESTIGACIONES EN LAS UNIVERSIDADES.

Son innumerables los fondos que gracias a la contribución de las industrias y amigos de las universidades se pueden dedicar a investigaciones. Como ya mencioné la distribución de ellos y la organización de los estudios correspondientes se efectúa corrientemente por medio de un departamento especial. Hay tres grupos de clientes: 1) Ciertas reparticiones fiscales que necesitan el estudio de problemas técnicos, como los que se refieren a materiales para cañones, planchas de acero especial, etc.; 2) Agrupaciones de industriales que encomiendan el estudio de mejoras a los laboratorios y talleres universitarios (Asociación de productores de cemento, etc.); y 3) Particulares. Las Universidades cobran generalmente los gastos reales, incluso sueldos del personal, más un pequeño porcentaje, cuando se trata de investigaciones cuyos resultados puedan publicarse y en los cuales muy a menudo se trata de estudios fundamentales, pero cobran un recargo de un ciento por ciento, cuando los interesados exigen que los resultados se mantengan en secreto. Vale la pena mencionar que hay muchas investigaciones ordenadas por industriales o grupos de ellos en las cuales no se exige tal secreto, es decir, donde los interesados no ven inconveniente en que se publiquen los resultados, de modo que sus propios competidores pueden disfrutar de ellos. Tal política se advierte también en la forma como se intercambian sin ninguna restricción los métodos de trabajo usados entre los industriales del mismo ramo. Un industrial me explicó al respecto que estimaba que por la puerta abierta entraba mucho más que lo que salía. En cuanto a la clase de investigaciones, las hay muy variadas, y en especial en los ramos de Física, Química, Hidráulica, Mecánica, Electricidad, etc. En mucho menor grado en la de Ingeniería Civil y uno de los profesores nos expresó que a su juicio, la escasa investigación en esta rama de la ingeniería, era una de las causas de la falta de interés para esta carrera.

INVESTIGACIONES E INSTRUCCION EN LA INDUSTRIA.

Sería injusto no mencionar en esta oportunidad el hecho de que los trabajos de investigación no se limitan a las escuelas universitarias, sino que las industrias mismas las efectúan, naturalmente, en relación con su campo de acción. Ustedes saben que el tubo "Coolidge" se inventó en la General Electric para citar sólo un ejemplo. Según datos que tengo a la vista, las industrias manufactureras de E.E. UU. gastaron antes de la guerra en término medio el 6,4 por mil del valor de su producción para investigaciones, pero este porcentaje sube hasta el 30 y aun el 40 por mil (3 - 4 %) en las industrias químicas, las textiles, algunas maquinarias, etc. El laboratorio de investigación y de ensayos que tiene la Chrysler Corp., gasta anualmente 11 millones de dólares y sus instalaciones seguramente son superiores a las de la mayoría de las universidades. Igualmente estas industrias se preocupan intensamente de la enseñanza. Tienen —muy a menudo en cooperación con las universidades— cursos de perfeccionamiento, no sólo para sus aprendices y obreros, sino para los propios Ingenieros. En la General Electric que contrata anualmente unos 300 a 400 Ingenieros, estos tienen que pasar por un entrenamiento teórico y práctico, seleccionándose los mejores, a los cuales se da una enseñanza adicional de uno a dos años. Una parte de estos ingenieros que se han formado a expensas de la compañía más tarde se retiran de ella y aun pasan a las industrias competidoras. Esto no se considera como desventaja, puesto que así el nivel de la fabricación en general mejora notablemente. Esta enseñanza para las industrias

ha sido especialmente activa durante la guerra. Se estima que más de un millón setecientas cincuenta mil personas recibieron cursos de 3 hasta 15 semanas en fábricas y universidades a expensas del Gobierno, para desempeñar trabajos especiales y ahora, que el fisco ha dejado de financiar estos cursos, muchas industrias los han mantenido por su propia cuenta.

EXTENSION UNIVERSITARIA.

Las universidades efectúan una obra de alto interés nacional por medio de sus servicios de extensión. No quiero referirme a la propagación de la cultura general dentro de la masa de la población —trabajo que por lo demás tampoco se descuida, pero que no forma parte de la enseñanza de ingeniería— sino de la enseñanza profesional a personas que por sus actividades no pueden concurrir a las clases de las escuelas en las horas normales. Hay cursos nocturnos, especialmente en las universidades situadas dentro y cerca de las grandes ciudades. El número de alumnos en estos cursos es muy considerable, en Columbia por ejemplo, es de 10.000, igual al de los alumnos de cursos regulares diurnos. En estos cursos, las materias tratadas son las mismas y se pueden obtener los mismos títulos que en los estudios normales. Solamente se extiende más su duración. Pero aparte de esto, las universidades organizan cursos de enseñanza superior fuera de sus propias aulas. La Escuela de Ingeniería Pennstate en Pennsylvania, por ejemplo, abarca, con unos 90 cursos y 4.500 alumnos, prácticamente todo el estado. En cualquier parte donde existe un número suficiente de interesados, se organizan clases a cargo de ex-alumnos, subvencionados por las industrias de la región. La escuela suministra el material de enseñanza, manda los problemas para las pruebas, casi exclusivamente escritas, y las corrige, calificando los alumnos. En tales cursos, que pueden durar hasta 3 años, no se dan títulos universitarios, sino certificados de competencia. Sirven muy a menudo a personas que teniendo principalmente una preparación manual, adquieren así la preparación teórica correspondiente.

Otra manera de atraer el interés general hacia las escuelas consiste en mantener en ellas exposiciones relacionadas con las diferentes actividades de ingeniería. Cuadros —a menudo de alto valor artístico— se emplean junto con modelos de instalaciones en movimiento, representaciones gráficas de la marcha de elaboración de un producto, estadísticas, etc. A esto se agregan fotografías de obras de ingeniería, tranques y puentes de importancia, especialmente en los cuales los profesores correspondientes han tenido intervención. Todos los corredores están cubiertos así de material atractivo, evitándose el ambiente frío que muy a menudo presentan nuestras escuelas. No faltan además fotografías de los egresados y finalmente los retratos de antiguos profesores y de benefactores de la escuela. La memoria de éstos se perpetúa también dándole a los edificios y salas de clases los nombres de las personas cuya actuación se quiere honrar y esta gratitud y exaltación de los méritos de los que se han dedicado a la enseñanza y educación de la juventud, contribuye seguramente a exaltar en los estudiantes el deseo de igualar y superar a los que se les señala como ejemplo.

Este respeto por el trabajo de otros, no se limita a la veneración de los muertos. Sorprende gratamente la disposición amplia para reconocer los méritos de los colegas y su superioridad. Se comprende que el gran número de profesores —aun en un solo ramo— permite a cada uno dedicarse a un campo restringido y en el cual es una verdadera autoridad.

SOCIEDADES PROFESIONALES.

Quiero referirme finalmente al papel que las sociedades de ingenieros desempeñan dentro de la educación. Existen en EE. UU. los Institutos de Ingenieros Civiles, Mecánicos, Electricistas, Mineros y Metalurgistas y la Sociedad de Química que en total cuentan con unos 120 mil a 150 mil miembros. Estas sociedades mantienen secciones en cada escuela de ingeniería, a las cuales pertenecen los alumnos de los cursos superiores, estableciendo el contacto con las sociedades mismas por medio de conferencias de ingenieros prominentes. Así el futuro ingeniero se inicia también en las actividades gremiales y se trata por lo menos de interesarle por el desarrollo y el mejoramiento de su profesión.

Me he permitido relatarles, en la forma más breve posible, algunos aspectos de lo que es la vida estudiantil y la enseñanza de la Ingeniería en EE. UU. Quiero terminar con una corta observación relacionada con las posibles aplicaciones de ella a nuestro país. Sería un grave error pensar que allá todo es bueno y aquí todo malo, y que tengamos que imitar simplemente el ejemplo dado. Muy al contrario, hemos podido observar con orgullo, que en lo referente a la preparación teórica, nuestra escuela otorga conocimientos muy superiores a los que adquieren los alumnos de los EE. UU. que no se dedican a estudios superiores, después de tener el título de bachiller. Lo que tal vez nos hace falta es una mayor tendencia a las aplicaciones prácticas a los cálculos numéricos y al uso de métodos rutinarios. Este mayor contacto con la práctica, se facilita por medio de instalaciones de laboratorios y talleres, que desgraciadamente dentro de nuestro país, todavía dejan mucho que desear. En cuanto a la especialización tampoco podríamos, como ya dije, seguir el ejemplo de los EE. UU. Nuestros Ingenieros necesitan forzosamente una preparación que les permita abarcar un campo mucho más vasto. Además, los diversos aspectos de la Ingeniería Civil tienen en nuestro país, una importancia relativa mucho mayor que en los EE. UU., donde las grandes obras de esta índole o ya se han hecho o no presentan problemas nuevos. Pero la tendencia hacia la industrialización de nuestro país, de la cual depende en alto grado su futuro desarrollo económico, forzosamente necesita la preparación de Ingenieros con conocimientos más profundos en los ramos correspondientes. Los que hemos visitado los EE. UU., creemos que la reforma de los planes de estudio de la Escuela, que se ha propuesto hace más de un año, y que está en vías de realizarse corresponde a este desarrollo y lo que allá hemos visto, ha confirmado nuestra opinión, de que estamos siguiendo el justo camino, al tratar de innovar en algunos aspectos sin abandonar por ello las antiguas tradiciones que han permitido preparar ingenieros que con toda justicia merecen el renombre y prestigio que poseen dentro y fuera del país.

P. K.
