

IMPRESIONES DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA EN LOS EE. UU.

Señor Presidente, señoras y señores:

Agradezco al señor Presidente y al Directorio del Instituto de Ingenieros, 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. que he efectuado en compañía de otros cinco profesores de la Escuela de Ingeniería, los señores v. Bennewitz, Ibáñez, Mebus, Monge y Neuenschwander.

Nuestro viaje se ha llevado a efecto, gracias a una invitación de la Comisión de Fomento Interamericano, presidida por el señor N. Rockefeller, la que se ha hecho cargo de gran parte de sus gastos 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.

Séame permitido expresar en esta oportunidad nuestros agradecimientos a todas estas entidades y muy especial a la Comisión Chilena de Fomento Interamericano, a su presidente don Guillermo del Pedregal y a su secretario general don Luis Nagel, que nos han ayudado tanto en el desempeño de nuestra misión.

Quiero señalar también la eficaz labor efectuada por la entidad norteamericana la «International Training Commission», que ha sido encargada para organizar los detalles de nuestras visitas. Si se considera que durante los 3 meses de nuestra estada en EE. UU. hemos visitado en conjunto e individualmente un total de unas 70 distintas instituciones, entre Universidades, Institutos de Investigación, Fábricas, etc., se comprende la labor difícil que le cupo a esta organización, especialmente en vista de las condiciones aún irregulares, respecto a viajes y alojamientos en EE. UU. Finalmente quiero hacer resaltar la extraordinaria amabilidad con la cual hemos sido recibidos en todas partes, la franqueza y la paciencia con que se contestaron nuestras preguntas. 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., goza 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.

Esperamos que nuestra visita, aparte de su finalidad especial, haya contribuído para aumentar estos sentimientos de amistad, formando así un eslabón más en la cadena que deberá unir siempre más estrechamente a las naciones de este continente y especialmente a nuestro país y esta gran nación del Norte.

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 Ingeniería. Hasta la segunda mitad del siglo pasado, la profesión del Ingeniero se consideró una ocupación de segunda categoría, especialmente en comparación con la del Abogado, y los Estados Unidos tuvieron que basarse en sus

obras casi exclusivamente en la labor de los ingenieros europeos. Era el gran Presidente Lincoln el que reconoció el peligro de esta situación y que 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 comprometían 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 debía en el comienzo, principalmente a las influencias de la escuela escocesa; 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 la conciencia general de la importancia que la profesión del 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 ésta se juntó en 1933 el «Engineering Council for Professional Development» (Consejo para el desarrollo profesional del ingeniero) el que trata de conseguir tal progreso por 3 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, aún 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— aún en una sola especialidad, significa para las escuelas aparentemente un aliciente de superación mucho más poderoso que un control rígido estatal o federal.

Organización 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 (MIT)» que son instituciones indepen-

dientes. 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 que se designan los egresados, elegidos por las asociaciones de ellos que existan en todas partes y que, tratándose de ingenieros, generalmente ocupan puestos de importancia en las mismas industrias. Cito por 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 Vannever 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 tendrá 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 University 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, hay, debido al gran número de escuelas de ingeniería, 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. Gran parte de los profesores pasa por todas estas etapas, pero hay naturalmente muchas excepciones, es decir, personas que llegan a la enseñanza en puestos superiores después de haber desempeñado cargos profesionales propiamente dichos. También es frecuente que los profesores después de trabajar algún tiempo en las escuelas, pasan 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 actualmente todavía peor para los que se dedican a la enseñanza. El sueldo anual término medio del ingeniero asalariado en la industria ya después de 10 años de trabajo en la profesión, según esta estadística, alcanzaba a 5.000 y 6.000 dólares, suma que el pro-

esor sólo gana después de llegar a ser profesor en propiedad y Jefe de Departamento generalmente después de 15 o más años y 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 porqué 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 que los fomentan, porque estiman 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 (laboratorios). 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 las industrias 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 todavía mucho 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 «bachelor». Se comprende inmediatamente que en un tiempo tan corto no se puede preparar un ingeniero con conocimientos enciclopédicos y que forzosamente hay que especializar. Así existen en casi todas las escuelas las especialidades de Ingeniería Civil, Mecánica, Electricista, Química, Aeronáutica, Minera y Metalúrgica, Industrial y en algunas la del Ingeniero de Administración, de Carbón y de Petróleo.

La proporción de los alumnos de estas distintas carreras varía naturalmente de un establecimiento a otro y muy a menudo queda influenciada por la presencia de uno o de varios personajes importantes de determinada especialidad o por las mayores o menores facilidades que existan para estudiarla. Así los estudios de minería metálica son muy reducidos en el Este; 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 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, en las carreras, especialmente en la del Ingeniero Civil, mucha flexibilidad, es decir, posibilidad de selección y combinación. Esto se facilita debido al hecho 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 Electrotécnica, 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 otros 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 resultados excelentes 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 por ingenieros que saben 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 masters o doctors. 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 obligatoria de los bachilleres de EE. UU.

Selección del alumnado

La preparación de los alumnos que entran al primer año de la Escuela de Ingeniería en los EE. UU. y que han pasado por el High School, que corresponde a nuestro Liceo, generalmente no es más amplia en los ramos científicos que en nuestro país; 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, la mortalidad, 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 40%.

Naturalmente esta proporción varía y se ve una influencia muy fuerte según si la escuela emplea o no, una selección al admitir los alumnos del 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 comprueban cierta preparación mayor en ciencias o se exige que el alumno pertenezca al grupo de alumnos superiores de su clase, por ejemplo al 30 ó 40% superior. La influencia de esta clase de selección se documenta por 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% de los alumnos del primer año.

Los métodos usados en estos exámenes de admisión son muy interesantes. No se limitan a la comprobación de los conocimientos, sino se trata de determinar la aptitud general del candidato para los estudios de ingeniería. Nuevamente hay que señalar el espíritu de cooperación que se documenta en la organización de estas tareas. Existen 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 Carnegie 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, generalmente en posiciones superiores en las industrias lo que les permite tener cierto criterio para juzgar las calidades de los aspirantes de la Universidad ayudan así no sólo a la selección, sino también a la orientación de los jóvenes, puesto que el mismo interesado muy a menudo reconoce en tales entrevistas sus verdaderas aptitudes o inclinaciones.

La tarea de orientación y selección no se limita al momento de admisión del alumno, sino se 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 obligatorios, 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 Co., por ejemplo, me suministró un pliego de estos tests que en realidad son de sumo interés.

Control de los estudios y métodos 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 pre-

pararse 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 ello, 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 interrogaciones 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 de 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 depende mucho de la preparación de este personal auxiliar. El Presidente de la Universidad de Purdue nos llamó la atención hacia este defecto del método de «libros de textos», en el cual a veces el instructor adelanta a los alumnos sólo en los conocimientos de algunas páginas del libro.

Para los ejercicios teóricos y prácticos se vuelven a dividir los cursos en 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, así 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 mencionado, 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», formados 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 pasado 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 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 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 1/3 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, etcétera.

En los cursos superiores el 12-16% son electivos, es decir, el alumno puede elegir entre varios cursos distintos. Llama la atención la gran importancia que se le 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 cabida. 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 las 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 Químicas en las Universidades, 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 dispone y no se produce la circunstancia de que ciertos laboratorios sólo se ocupan algunas tardes por semana.

Como ya mencioné, la dotación de estos laboratorios y talleres es magnífica y llama especialmente la atención el hecho de que cada escuela dispone de uno o más talleres mecánicos, eléctricos, de carpintería, etc., lo que 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 cómo deben tratar de aprender a informarse para cumplir bien su papel. Hay cursos de ingeniería descriptiva y hay otra 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.

Bienestar

La vida del alumno durante sus estudios es, por lo tanto, netamente universitaria. Contribuye a esto la situación de la mayoría de las escuelas en ciudades relativamente pequeñas o bien 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—dormitorios—para los alumnos y especialmente las alumnas, casas de las llamados fraternidades, organizaciones de alumnos, hay siempre una gran casa de recreo con todas las facilidades para fiestas sociales, para la comida de los alumnos a bajísimos precios, para visitantes, etc. La corta duración del intervalo entre las clases de la mañana y 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, aún fuera de las horas de clases.

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 a 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 de laboratorio semanales, pagándoseles 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. No abandona sus alumnos, aún 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 éstas se reparten a todas las industrias de la región. Estos verdaderos «clientes» de las Universidades mandan su Jefe del Personal para entrevistarse con los alumnos en los cuales creen tener interés; muy a menudo los ocupan durante las vacaciones y así hay otra razón para mantener un contacto íntimo y continuo entre la Universidad y la industria. Los mismos 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 a los gastos de materiales y servicios de los laboratorios. Por otra parte hay muchas becas que otorgan matrícula libre y aún subsidios en dinero, generalmente a base de fundaciones de particulares, ex-alumnos o industrias. No obstante, la contribución de los alumnos cubre una parte apreciable del presupuesto de las universidades, alcanzando alrededor de 25 al 30% de los gastos. Y estos presupuestos representan sumas fantásticas. Así la Universidad de Columbia gasta por año 11 mi-

lones de dólares, sin contar las nuevas adquisiciones, suma que naturalmente no sólo comprende la enseñanza de Ingeniería, sino 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 dos millones de la 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 prácticamente en 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 $3\frac{1}{2}$ 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 dos 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 que contribuyen al haber de las universidades. 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 respectivos: 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 finalmente 3) Particulares. Las Universidades cobran generalmente los gastos reales incluso sueldos del personal, más un pequeño porcentaje, cuando se trata de investigaciones cuyos resultados pueden publicarse y en los cuales muy a menudo se trata de estudios fundamentales; pero cobran un recargo de 100% cuando los interesados exigen que los resultados se mantengan en secreto. Vale la pena mencionar que hay muchas investigaciones por parte de industriales o grupos de ellos en las cuales no se exige tal secreto, es decir donde los interesados no ven inconvenientes en que se publiquen los resultados, así que sus propios competidores puedan disfrutar de ellos. Tal política se advierte también en la forma en la cual muy a menudo se intercambian, sin ninguna restricción, entre los industriales del mismo ramo los métodos de trabajo usados. 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 de todas categorías y, en especial en los ramos de Física, Química, Hidráulica, Mecánica, Electricidad, etc., en mucho menor grado en el de Ingeniería Civil, y uno de los profesores nos expresó que a su juicio la escasa investigación de esta rama de la Ingeniería, era una de las causas de la falta de interés para esta carrera.

Investigaciones e Instrucción en la industria

Sería injusto no mencionar en esta oportunidad que los trabajos de investigación no se limitan a las escuelas universitarias, sino que las industrias mismas la

efectúan, naturalmente en su mayoría, en relación con su campo de acción. Uds. saben que el tubo «Coolidge» se inventó en la General Electric, para citar un solo ejemplo. Según datos que tengo a la vista, las industrias manufactureras de EE. UU. gastaron antes de la guerra en término medio el 6 a 4 por mil del valor de su producción para investigaciones, pero este porcentaje sube hasta el 20 y aún 40 por mil (2-4%) 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, éstos tienen que pasar por un entrenamiento teórico y práctico, seleccionándose los mejores, a los cuales se da una enseñanza adicional de uno o dos años. Una parte de estos ingenieros formados a expensas de la compañía, más tarde se retiran de ella y aún pasan a las industrias competidoras. Nuevamente esto no se considera como desventaja, puesto que el nivel de la fabricación en general así aumenta notablemente. Esta enseñanza en y para las industrias, ha sido especialmente activa durante la guerra. Se estima que más de un millón setecientos 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.

Extensión universitaria

Una obra de alto interés nacional, la efectúan las universidades 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 éstos 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 clases de enseñanza superior fuera de sus propias aulas. Las Escuelas de Ingeniería de Pennstate en Pensylvania por ejemplo, cubren con unos 90 cursos y 4.500 alumnos, prácticamente todo el estado. En cualquier parte donde existe un número suficiente de interesados se organizan cursos 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 teórica correspondiente y pueden mejorar su situación profesional.

Otra manera de atraer el interés general hacia las escuelas, consiste en mantener en ellas exposiciones relacionadas con las diferentes actividades de la ingeniería. Cuadros—a menudo de alto valor artístico—se emplean junto con modelos de instalaciones en movimiento, representaciones gráficas, estadísticas o de la marcha de elaboración de un producto. A esto se agregan fotografías de obras de ingeniería, trenques, puentes de importancia, especialmente aquellos 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 muestras escuelas. No faltan además fotografías de los cursos egresados y finalmente retratos de antiguos profesores y 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 en exaltar en los estudiantes el deseo de igualar y superar a los que se les señala como ejemplos.

Este respeto por el trabajo de otros, no se limita a la veneración de los muertos. Sorprende gratamente la falta de envidia y la disposición amplia de reconocer los méritos de los colegas y aún su superioridad, cuando se trata de un campo algo diferente de la especialidad del que hable. Se comprende que el gran número de profesores—aún en un sólo 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 Metalúrgicos 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 especialmente de los cursos superiores y que mantienen 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 es 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 la mayor tendencia a la aplicación práctica en la escuela, a los cálculos numéricos y al uso de métodos rutinarios. Este mayor contacto con la práctica se facilita por medio de las magníficas 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 todavía una importancia relativa, mucho mayor que en los EE. UU., donde las grandes obras de esta índole o bien ya se han hecho o donde no presenten 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.

Dr. Ing. PABLO KRASSA.