

327

# La enseñanza de Ingeniería en los Estados Unidos

## INFORME AL CONSEJO DIRECTIVO

Antes de la guerra, las Universidades Americanas tenían dividido el año académico en dos períodos semestrales, lo que les permitía, en general, graduar sus estudiantes en cuatro años, pero para acelerar sus programas y poder atender a la gran demanda de profesionales creada por el conflicto actual, la mayoría de las Universidades dividió su año escolar en tres términos de a cuatro meses cada uno, con el siguiente acortamiento de cada carrera a unos tres años.

El término es pues equivalente al semestre en nuestra Facultad, y así aunque hay materias que se cursan en dos o más términos consecutivos, no es posible matricularse en un segundo término si no se ha aprobado el primero.

Es evidente que la división del año académico en término de diez y siete semanas, hizo necesario además la supresión de toda clase de festividades, inclusive las tardes de los sábados de tal manera que el año escolar no tiene menos de 300 días hábiles.

Hay una gran corriente que simpatiza con esta nueva división del año académico, y no es difícil que se continúe con ella una vez ganada la guerra.

Entre nosotros se habla con frecuencia de la necesidad de disminuir la duración de los estudios profesionales, pero es obvio que con un año escolar de 150 a 160 días hábiles, en el mejor de los casos, todo cuanto se haga en el sentido tendrá que hacerse acortando los programas de estudio y por consiguiente a expensas de la preparación del profesional.

No está por demás decir que los calendarios en las Universidades Americanas son inamovibles, dándose comienzo a las clases en la fecha indicada así caiga ésta en día sábado.

### PENSUMES

Estos han sido estudiados de tal manera que en cada término se cursen cuatro o cinco materias, con un total de 50 a 55 horas de trabajo semanales, en las cuales se incluyen las horas de estudio a razón de una, dos y aún tres, por cada hora de clase o de laboratorio.

En general y salvo muy contadas excepciones se dan únicamente tres horas de

clase por materia, precisamente con el fin de dejarle al alumno un mayor tiempo de estudio, de manera que en las primeras se pasan rápidamente las cuestiones generales y se le da preferencia a las que presentan alguna dificultad. Desafortunadamente entre nosotros pasará mucho tiempo sin que pueda establecerse algo parecido y nuestros péndumes, en igualdad de programas, tendrán que tener un mayor número de clases semanales, pues aún son muchos los estudiantes que se presentan a una clase sin haber estudiado lo que se vio en la anterior.

Para tomar un péndum completo, el estudiante adquiere el compromiso de no trabajar y si acaso necesita hacerlo para ayudarse a costear sus estudios, debe certificar, en el momento de firmar su matrícula, cuánto tiempo semanal va a estar ocupado y a qué horas, con quién y en qué va a ocuparse, y así, al que va a trabajar, por ejemplo, 20 horas en la semana, se le permite tomar únicamente un péndum de 30 a 35 horas semanales.

Creo que sobre este particular nuestras Universidades deben tomar medidas parecidas, pues a mi modo de ver, el trabajo en los estudiantes ha hecho casi imposible la organización de los horarios en los últimos cursos y ha sido motivo, además, de la no asistencia a clases y de que, automáticamente se conviertan en mediocres quienes en los primeros años fueron aventajados estudiantes.

El ayudarse a costear los estudios es cosa loable, pero se ha generalizado tanto que ha afectado la disciplina y están tomando el trabajo con una intensidad tal que no está al alcance de ninguna capacidad; es hoy muy frecuente el estudiante que tiene todas sus tardes ocupadas al servicio de alguna entidad.

El problema se resolvería exigiendo, como en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, que el estudiante deba permanecer durante 8 horas en la Facultad, o con profesores de tiempo completo para los últimos cursos, lo que permitirá la distribución de las horas de clase de manera que en ningún día de la semana tuviera el estudiante más de dos horas libres consecutivas.

## PROGRAMAS

Concretándose a los programas de ingeniería, cualquiera de los ocho o diez especializaciones que cada Universidad ofrece sobre el particular puede cursarse en tres años, para obtener el título de Bachelor, el más bajo en cada especialidad, siendo iguales los programas de estudio en los dos primeros términos (antes un año) cualquiera que sea la carrera que se elija, pero comparando los diversos programas se observará un gran número de materias comunes, las que no se cursan juntas por ser diferente la extensión de los programas para cada especialización.

Entre nosotros ya se ha dado comienzo a las especializaciones, pero mientras no se disponga de presupuestos más holgados tendrá que haber mayor número de recursos comunes, hasta tanto que se pueda hacer, para cada materia, un programa de acuerdo con las necesidades de la especialización que se curse.

El programa de Ingeniería civil de nuestra Facultad comprende un poco más

que el Americano para obtener el título de Bachelor y a un poco menos del programa para alcanzar el título de Master, como lo comprueba el hecho de que la mayoría de nuestros estudiantes que van a cursar alguna especialización pueden obtener tal título en menos tiempo del que necesita un estudiante de ese país.

Nuestro péñsum, es preciso reconocerlo, cubre un número un poco mayor de materias, pero a ello se ha debido el que nuestros profesionales hayan podido ocuparse con éxito en los distintos campos de la profesión, y ha sido también el motivo por el cual los jóvenes que han ido a cursar una especialización han podido terminarla en corto tiempo.

Cabe además advertir aquí que para ingresar a cualquiera de las especializaciones de la ingeniería, es preciso que el aspirante haya completado las siguientes unidades de materias preliminares; por unidad se entiende un año de escuela secundaria, es decir de bachillerato, con cuatro a cinco horas de clase semanales:

Inglés (3) unidades.

Algebra (2) unidades.

Geometría plana (1) unidad.

Física (1) unidad.

Trigonometría ( $\frac{1}{2}$ ) unidad.

Geometría del espacio ( $\frac{1}{2}$ ) unidad.

Para algunas especializaciones se exige además,

Química (1) unidad y francés o alemán (3) unidades.

Me parece que una de las causas principales del bajo rendimiento de la mayoría de nuestros estudiantes en los primeros años de carrera, y durante toda ella para unos pocos, se debe al deficiente conocimiento de inglés y que por tal motivo se impone la necesidad de erigirlo, mediante la presentación de un examen de admisión, como requisito para ingresar a la Facultad.

## CLASES

Estas han sido hasta ahora de 50 minutos de duración y su principio y fin se anuncian por un timbre instalado en la puerta del aula, el cual se acciona desde una oficina central.

Recientemente en las Universidades de Harward y en el Instituto Tecnológico de Massachussetts se ha ensayado en algunas materias, y con muy buen éxito, clases de dos horas y media de duración. Según me informaron, con ello se ha conseguido no solamente disminuir las horas de clase para tales materias, sino que se ha logrado también poder desarrollar programas más extensos, pues es evidente que en tal tiempo de clase continua puede verse más que en cuatro o cinco horas distribuidas en la semana.

Aunque este sistema está en su fase de experimentación y a nadie se le ocultan sus desventajas, tanto para los profesores como para los alumnos, tal vez sea esta la manera para proveer ciertas cátedras con los profesionales más competentes, quienes

muchas veces no se hacen cargo de ellas por no poder disponer diariamente de la hora de clase y a quienes quizá les sea más fácil disponer de dos horas consecutivas do veces a la semana.

### TEXTOS

En general en cada curso se sigue un texto, pero para obligar al estudiante a leer varias obras sobre la materia, se le dan con tal fin, al comienzo del curso, los nombres de dos o tres obras de referencia y para que esto no pase de ser una recomendación, se incluye en los exámenes mensuales un problema, una teoría o simplemente una aplicación, tomada de tales referencias y que no es tratada en el texto.

En los pocos casos en que no se sigue un texto, el estudiante debe tener notas, las cuales debe presentar al final del término como requisito indispensable para tener derecho al examen. El esmero que haya puesto en ellas, el orden, el aseo y aún la redacción son calificados y forman un porcentaje de la nota final.

Tuve oportunidad de conversar con varios estudiantes colombianos, en las diversas Universidades que visité y puedo por lo tanto asegurar que los textos en uso en la Facultad Nacional de Minas, están actualmente vigentes en una u otra de tales instituciones.

### TAREAS

Dado el corto número de materias que se cursan en cada término, las pocas horas de clase que de cada una de ellas se dictan y el aparentemente amplio presupuesto de horas de estudio, podrían hacer tener por cosa demasiado fácil el cursar una especialización cualquiera, pero conversando con los estudiantes y viendo la cantidad de problemas teóricos, cálculos y diseños prácticos que diariamente les ponen como tareas, se convence uno de que los programas de 50 a 55 horas semanales son puramente teóricos y de que para poder contarse dentro del estudiantado promedio, es preciso dedicarle a los estudios de 60 a 70 horas por semana.

El programa de tareas se fija muchas veces desde el comienzo del curso; así, por ejemplo, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, por conducto de un joven oficial de nuestra marina quien sigue un curso de Arquitectura Naval e Ingeniería de Marina, me tocó conocer una lista de unos doscientos problemas de Mecánica, divididos en grupos, según las fechas en que se debía entregar cada tarea. Debo advertir, además, que en tal curso se sigue el texto de Mecánica de Seely y se supone que el alumno trabajará los numerosos problemas que él trae y consultará sobre aquellos que no puede resolver.

Todas las tareas son corregidas minuciosamente por uno o más auxiliares del profesor, según lo numeroso de los cursos, y de las calificaciones de todas las tareas realizadas durante el término, se saca un promedio que entrará a hacer parte de la nota final.

A esta disciplina de las tareas francamente no están acostumbrados nuestros estudiantes y aunque por diversas causas costaría dificultad en establecerla, su conveniencia es manifiesta.

### EXAMENES

Por lo menos una vez cada mes, en toda materia y sin previo aviso, se hace un examen durante la hora de clase el cual consta generalmente de tres problemas. Los cuestionarios de tales exámenes son resueltos con anterioridad, cronómetro en mano, por un auxiliar del profesor, con el fin de darle al estudiante por lo menos un tiempo doble del que necesitó el ayudante.

Es admirable la honorabilidad del estudiante en cuestiones de tareas y exámenes; estos se hacen frecuentemente sin la vigilancia del profesor y lo que es aún más increíble, a veces se ponen exámenes para resolver en la casa sin consultar textos y puede tenerse la seguridad de que así se hacen; pero es que el estudiante americano tiene un concepto tal de la responsabilidad, que a él le interesan más los conocimientos que más tarde ha de necesitar que el título que fraudulentamente podría obtener y así los artículos de reglamento como el que a continuación me permito traducir, no tienen aplicación para los jóvenes americanos. El artículo en referencia dice así: "Es finalidad del Consejo administrar la disciplina para mantener el más alto standar de integridad. Todo intento de un estudiante de presentar como propio un trabajo ajeno, o un trabajo que no ha ejecutado honradamente, o pasar un examen por medios ilegales, es considerado por el Consejo como una de las faltas más graves y ocasiona la expulsión inmediata del culpable. El ayudar otro estudiante en la comisión de tales faltas se considera también como una falta grave de disciplina".

### CALIFICACIONES

Tanto tareas como exámenes se corrigen minuciosamente, aún en su ortografía como dije antes, pero sólo se califican las respuestas; el problema está bueno o está malo; el método nada vale.

La razón de ser de este sistema es evidente: ningún valor tiene conocer cuál es la fórmula que ha de usarse en un determinado caso si no se sabe emplearla; si se desconocen las unidades en que deben expresarse cada uno de los factores que en ella entran; o, simplemente, si no se ejecutan correctamente las operaciones aritméticas. Las ventajas son también obvias: se acaba con las discrepancias sobre el valor de un problema mal tratado o parcialmente resuelto, se habítúa al futuro profesional a ejecutar con cuidado sus trabajos; se le enseña a ponderar los resultados a que llega y darse cuenta rápidamente de aquellos que por su magnitud son inaceptables; finalmente, se logra que el estudiante adquiera la suficiente confianza en sí mismo que le permita sustentar y discutir las conclusiones a que ha llegado después de un raciocinio.

Con la misma finalidad, en los textos modernos se dan únicamente las respuestas de los problemas de orden impar que él trae.

### LABORATORIOS

Estos son de dos clases: de investigación y de enseñanza; los primeros son casi siempre pequeños salones dotados del equipo indispensable para la investigación que se adelanta, generalmente por aspirantes al doctorado quienes están bajo la asesoría de su presidente de tesis, o por técnicos costeados por alguna entidad industrial que busca un nuevo proceso o una nueva materia prima, o por científicos al servicio de la Universidad desconectados de toda actividad docente; los segundos, laboratorios de enseñanza, son a la vez laboratorios y museos en donde al lado de lo antiguo se encuentra lo más moderno, todo ello en condiciones de trabajar.

El experimento colectivo se hace únicamente hoy para aquellos experimentos de Física o de Química que requieran una instalación compleja y costosa y se llevan a efecto en aulas a manera de anfiteatros.

Al experimento individual o en grupos no mayores de tres se le da cada día mayor importancia, pero es claro que para ello es necesario tener un gran número de unidades de un mismo instrumento; por la misma razón el número de experimentos se limita a unos 6 u 8 experimentos básicos durante cada término.

Al principio del curso el estudiante debe proveerse de un folleto en donde están detallados los experimentos que debe hacer, con instrucciones precisas sobre los instrumentos que va a emplear, la rutina que debe seguir, los gráficos que debe preparar, el rayado de los cuadros para los datos que va a tabular, de manera que todo esto debe estudiarlo con anterioridad y, por esta razón, en los programas se incluyen algunas horas de estudio por cada hora de trabajo en el laboratorio.

Al final de toda práctica de laboratorio cada estudiante rinde un informe, el cual consta de una descripción breve de los principios en que está basado el experimento, de las medidas que tuvo que realizar, los cálculos efectuados, la magnitud que se buscaba y sus apreciaciones personales sobre los factores que afectan su exactitud, etc. Estos informes son corregidos por instructores quienes a la vez vigilan y ayudan en las prácticas y de los cuales hay uno por cada diez o doce estudiantes.

En los laboratorios de química los estudiantes deben preparar sus propios reactivos y su costo es a cargo de los mismos; para este efecto el estudiante debe consignar 25 dólares al comienzo del curso y en un almacén anexo al laboratorio se le lleva cuenta al alumno de todo gramo o centímetro cúbico de reactivo que se le entrega, y al final del término debe pagar el excedente si su cuenta pasa de la suma consignada o, en caso contrario, se le devuelve el excedente. Es de advertir que en los cuadernos de instrucciones para esta clase de prácticas se le indica qué cantidad de reactivo necesita en cada caso, con el fin de evitar el despilfarro de materiales.

Ingo. Jorge Mejía R.  
(Profesor de la Facultad).