

LA EDUCACION DE LOS INGENIEROS

EN ESTADOS UNIDOS, ALEMANIA Y SUIZA

Por el profesor W. E. Dalby, de Lóndres, traducido de *Engineering* del 1.º de Mayo de 1903,
por Ernesto Lyon)

CONFERENCIA LEIDA EN EL INSTITUTO DE INGENIEROS MECÁNICOS DE LÓNDRES

(Continuacion)

4.º Año

1.º Semestre

Máquina a vapor
Dibujo de máquinas
Hidráulica
Dinámica esplicada a las máquinas
Laboratorio de ingeniería
Uso de herramientas
Resistencia de materiales; rozamiento
Calefaccion i ventilacion
Metalurjia del hierro

Opcional

1. Ingeniería naval
2. Construcccion de locomotoras
3. Ingeniería industrial
4. { Calefaccion i ventilacion
Máquinas dinamo-eléctricas
Higiene de ventilacion

2.º Semestre

Motores hidráulicos
Laboratorio de ingeniería
Herramientas mecánicas
Resistencia de materiales, estabilidad;
teoría de la elasticidad
Cimientos
Direccion industrial
Memoria final

Opcional

1. Ingeniería naval
2. Construcccion de locomotoras
3. Ingeniería industrial
4. Calefaccion i ventilacion

Los estudiantes de este ramo tienen obligacion de seguir este curso, i los exámenes se rinden de tiempo en tiempo.

Cada departamento tiene sus laboratorios, i en la actualidad se construyen nuevos edificios para los departamentos de física i electricidad, que con sus aparatos costarán 80000 libras esterlinas.

Todos los cursos indicados en la tabla I permiten obtener el grado de Bachiller en Ciencias (B. Sec.).

Hai cursos superiores para los que deseen obtener el grado de Maestro en Ciencias, despues de haber estudiado un año.

La edad media de los estudiantes es de 18 $\frac{3}{4}$ años.

UNIVERSIDAD DE CORNELL

La Universidad de Cornell, cuya existencia se debe a la jenerosidad de los Estados Unidos: del Estado de Nueva York i de Ezra Cornell, se abrió el 7 de Octubre de 1865

El objeto de la Universidad se indica con mucha propiedad en las palabras del fundador, Ezra Cornell: «Deseo fundar una institucion donde cualquiera persona pueda recibir instruccion en cualquier estudio a que quiera dedicarse.» El objeto del fundador se realiza hasta el punto que se indica en los departamentos siguientes i que pertenecen a la Universidad en 1902.

Tambien se da el número de estudiantes en cada departamento para el año 1900:

Departamento de graduados.....	205
» » ciencias i artes.....	755
Colejio de leyes.....	182
» Ingeniería Civil	183
» «Seibley» de Ingeniería Mecánica i Artes Mecánicas.....	661
» Arquitectura.....	52
» Agricultura	193
» Medicina.....	347
» Veterinaria del Estado de Nueva York.....	42
» Industria Forestal.....	23
	2643
Estudio de vacaciones....	424
	3067
Estudiantes contados dos veces 174 a deducir.....	87
	2980

Hai un cuerpo de profesores i ayudantes de cerca de 400 miembros, algunos de los cuales no residen en la Universidad.

Hace ménos de cuarenta años, el terreno donde está situada la Universidad era una ladera de cerro, desnuda, que daba al lago Cayuga. Ahora se encuentra allí uno de los

grupos de edificios universitarios mas pintorescamente situados, i agrupados del modo mas hermoso.

Ahora, dediquemos nuestra atencion al departamento de Ingenieria mecánica:

El Colejio Sibley

Este colejio está dividido en 8 departamentos que son:

1. Ingenieria mecánica.
2. Laboratorio de mecánica.
3. Electro-técnica.
4. Artes mecánicas (talleres.)
5. Dibujo i arte industrial.
6. Dibujo de máquinas.
7. La Escuela de Graduados en Ingenieria Naval.
8. » » » Mecánica de Ferrocarriles.

El cuerpo de instructores es formado por treinta i seis miembros, de los cuales seis son profesores titulares, cuatro profesores ayudantes i ocho conferencionistas no residentes. Este cuerpo de instructores es insuficiente en la actualidad para atender debidamente el número de estudiantes.

Las inscripciones en el Colejio Sibley, han aumentado de 63 que eran en 1885 a 670 que fueron en 1901.

Una gran especialidad de Cornell son sus talleres. Aquí se da instruccion en la fabricacion de modelos i moldes para fundicion, forjadura, torneria i ajustadura; i el trabajo es real. A los estudiantes se les aconseja que obtengan ántes de entrar al «Colejio Sibley,» la educacion académica mas completa, advirtiéndoles que su éxito en la práctica de la profesion dependerá mas i mas en el porvenir, i siempre en gran parte, en la posicion que puedan ocupar entre los hombres de educacion i de cultura. Los cursos están organizados únicamente para instruir a los estudiantes en la profesion de ingeniero-mecánico.

Todos los estudiantes del Colejio siguen el mismo curso durante los tres primeros años. En el cuarto año pueden especializar en los ramos de «Máquinas a vapor, i calderas», «Ingenieria naval», «Ferrocarriles», o «Electro-técnica», bajo la enseñanza de especialistas en estos ramos.

El curso para los ingenieros-mecánicos está indicado en el cuadro núm II.

CUADRO NÚM. II. — Curso corriente

CURSOS	Horas por semana	
	1. ^{er} Semestre	2. ^o Semestre
<i>1.^{er} año (Freshman Year)</i>		
Aleman o Frances	3	3
Jeometría analítica.....	4	—
Cálculo diferencial.....	1	2
» integral.....	—	3
Química o dibujo.....	6	—
Dibujo o química.....	—	6
Taller.....	3	3
Ademas hai que hacer ejercicio militar.		
<i>2.^o año (Sophomore Year)</i>		
Mecánica de la ingeniería.....	5	5
Jeometría descriptiva.....	2	2
Física.....	4	4
Química o dibujo.....	6 o 5	—
Dibujo o química.....	—	5 o 6
Taller.....	3	3
Ademas hai que hacer ejercicio militar.		
<i>3.^{er} año (Junior Year)</i>		
Maquinaria a vapor.....	—	4
» eléctrica.....	4	—
Dibujo jeneral de máquinas.....	1	4
Kinemática i dibujo.....	3	3
Materiales de ingeniería.....	2	—
Laboratorio físico.....	2	2
» mecánico.....	3	3
Taller.....	2	3
<i>4.^o año (Senior Year)</i>		
Máquinas a vapor i otros motores.....	5	2
Laboratorio físico.....	3	—
» mecánico.....	2	1
» ».....	1	—
Dibujo de máquinas.....	3	2
» ».....	2	1
Taller.....	3	—
Memorias: proyectos i dibujo, investigaciones de laboratorio mecánico, talleres, el tiempo dividido opcionalmente, pero con la aprobacion del Director.....		8
Opcional.....		3 a 5

Este curso se sigue para obtener el grado de ingeniero-mecánico. (M. E.)

Las horas indicadas en el cuadro anterior son las que el estudiante debe justificar en cada ramo. En el caso de los talleres, oficina de dibujo i laboratorio, se le abona una proporción fija de las horas realmente trabajadas. De este modo para que se le anote una hora en un ramo, el estudiante debe trabajar tres horas en el taller u oficina de dibujo o $2\frac{1}{2}$ horas en los laboratorios. Durante el curso de cuatro años el estudiante trabaja en realidad 900 horas en los talleres.

El curso seguido por los que quieren dedicarse a la ingeniería mecánica de ferrocarriles, es el siguiente:

CUADRO NÚM. III

CURSOS	Horas por semana	
	1. ^{er} Semestre	2. ^o Semestre
<i>4.º año (Senior Year)</i>		
Material rodante (precedido por curso práctico de locomotoras, en las vacaciones).....	4	4
Proyectos de maquinaria de ferrocarriles.....	3	(1)
Ensayos de locomotoras (Puede elejirse en vez del anterior en el 2.º Semestre).....		(1)
Estudio especiales, (Seminary).....	1	1
Ferrocarriles eléctricos.....	1	1
Máquinas a vapor i otros motores.....	5	2
Laboratorio mecánico.....	3	1
" físico.....	1	2
Taller.....	2	
Memoria.....		
<i>5.º año (Graduate Year)</i>		
Ingeniería mecánica aplicada a los ferrocarriles (curso superior)	5	5
Proyectos de instalaciones.....	3	3
Estudios especiales (Seminary).....	1	1
Opcional.....	6	6

Un estudiante no entra a este último curso sino hasta su cuarto año, i como lo indica el cuadro anterior, se pueden seguir los estudios durante un quinto año; de modo que un estudiante que quiera dedicarse a este ramo sigue primero un curso de tres años en los principios fundamentales de la ingeniería i en seguida un curso especial en trabajo de ferrocarriles.

La entrada a estos cursos es por exámen. La edad para entrar a la Universidad de Cornell es dieciseis años, i para el Instituto de Massachussett, de diecisiete. El exámen

que es necesario rendir es el que puede pasar un alumno que ha terminado sus estudios en un buen liceo o «high school.»

El estudiante no tiene libertad para escoger sus clases una vez que ha elegido su departamento, sino en la parte opcional. Tiene que seguir un curso definitivo, con un número definido de horas de trabajo en cada ramo. Los exámenes son frecuentes i las promociones de un año a otro dependen del resultado de éstos. Los cursos están en realidad sujetos a un programa de estudios bien definido i bien elaborado. Por lo jeneral, es preciso seguirlos estrictamente o abandonar los estudios.

LA ESCUELA POLITÉCNICA DE BERLIN

(Königlache Technische Hochschule zu Berlin)

Esta es una institucion nacional i está bajo la direccion inmediata del Ministro de Instruccion Pública.

El objeto de la escuela es proporcionar instruccion especial en los ramos de ingeniería e industrias fundada en una educacion científica preliminar. El curso, que dura cuatro años, principia con estudios científicos i poco a poco se hace mas i mas técnico, hasta que en el cuarto año todos los ramos se especializan.

Entrada a la escuela. Los súbditos alemanes son admitidos presentando un certificado de un «gymnasium» aleman o prusiano. La educacion obtenida en estos últimos establecimientos, corresponde mas o ménos con la que se da en nuestros «public schools» en los departamentos clásicos i modernos. El certificado de «gymnasium» se obtiene al final de un curso de nueve años. Los que son admitidos por medio de este certificado se llaman «estudiantes.»

A la Escuela se le ha dado recientemente la categoría de una Universidad, i los estudiantes pueden obtener, al terminar su curso, un diploma que les permite llamarse «Ingenieros Diplomados» (Dipl. Ing.) o el grado universitario de Doctor en Ingeniería (escrito Dr. Ing).

Los «Hospitanten» no pueden optar a un grado, pero sí pueden obtener un certificado de asistencia.

La Escuela está dividida en seis departamentos. Éstos i el número de alumnos en cada uno están indicados en el cuadro núm. IV.

CUADRO NÚM. IV.—Estudiantes, «Hospitantes»
i otros (oyentes) asistentes durante el semestre 1902—1903.

CURSOS	Estudiantes	Hospitantes	Total
1. Arquitectura.....	477	262	739
2. Ingeniería Civil.....	647	42	689
3. " Mecánica.....			
{ Especialistas en Mecánica.....	1319	180	1499
" " Electro-técnica.....	270	51	321
4. Arquitectura naval.....			
{ Especialistas en arquitectura naval.....	241	18	259
" " máquinas marinas.....	106	17	123
5. Química i Metalurgia.....			
{ Especialistas en Química.....	161	20	181
" " Metalurgia.....	169	11	180
6. Ciencia jeneral.....	6		6
Estudiantes admitidos en condiciones especiales de instituciones análogas.....			80
Oficiales e ingenieros de la Armada.....			301
TOTAL.....	3 391	601	4378

CUADRO NÚM. V. Instructores

CURSOS	Arquitectura	Ingeniería Civil	Ingeniería Mecánica	Arquitectura Naval	Química	Ciencias
Profesores.....	18	14	20	6	13	18
«Privat-Dozenten».....	17	8	8	1	17	15
Ingenieros constructores.....			7	2		
Conferencistas.....						2
Ayudantes.....	1	1	13	3	15	4
" honorarios.....	53	33	67	9	10	27
TOTAL.....	89	56	115	21	55	66

Personal

Total de instructores.....	402
Empleados de oficina	13
» » biblioteca.....	44
Servidumbre	8
TOTAL	467

Se entiende que los estudiantes de todos los departamentos asisten a clases dadas por los profesores del departamento de Ciencia Jeneral en la primera parte de sus respectivos cursos.

Libertad académica.—Una particularidad especial de esta notable institucion es el mantenimiento celoso por parte de los estudiantes de su derecho a escojer sus clases como mejor les parezca. Esta libertad es comun a las Universidades alemanas i es semejante a la libertad académica de las Universidades de Oxford i de Cambridge.

Se sigue de esto, que las autoridades pueden solamente recomendar cursos de estudio en los departamentos respectivos, dejando a los estudiantes en libertad para adoptar sus recomendaciones completamente, parcialmente, o bien no aceptarlas. Sin embargo, se han arreglado cursos mui completos i por lo jeneral, éstos son seguidos por los estudiantes.

Los cursos arreglados en el departamento de injeniería mecánica se especifican en detalle, a continuacion.

Curso recomendado para injenieros mecánicos. Departamento 3.º.—Durante los tres primeros años todos los estudiantes siguen un curso comun. Durante el cuarto, pueden especializar en:

- a) Injeniería mecánica jeneral.
- b) Ferrocarriles i locomotoras.
- c) Electro-técnica.

Considerando las clases en detalle, es de observar que la lista completa siguiente puede tomarse por cualquier estudiante estando arregladas las horas de clase de manera que pueda hacerlo:

1.º Año

Física esperimental
 Matemática superior
 Mecánica, I parte
 Jeometría descriptiva
 Tecnología mecánica. I parte
 Introduccion a la construccion de máquinas
 Química esperimental

2.º Año

Mecánica, II parte
 Mecanismo
 Termodinámica
 Resistencia de materiales
 Estática gráfica
 Gruas i máquinas elevadoras
 Trabajos prácticos en el laboratorio de máquinas
 Tecnología mecánica, II parte
 Temas comerciales

3.^{er} Año

Electricidad
Proyectos de gruas
Construccion de máquinas a vapor
Máquinas hidráulicas
Trabajos prácticos en el laboratorio de máquinas
Albañilería
Bombas, compresoras i máquinas sopladoras
Calderas
Estática aplicada a la construccion de puentes
Finanzas i sistema bancario

4.^o Año

a) Ingeniería mecánica jeneral
Proyectos de máquinas hidráulicas
Instalacion de fábricas
Construccion de máquinas
Hidráulica
Proyectos de calderas
Trabajos prácticos en el laboratorio de máquinas
Construccion de dinamos i trasformadores
b) Ferrocarriles.
Construccion de locomotoras i material rodante
Material de la via
Instalacion de talleres
Construcciones metálicas
Construccion de puentes metálicos
Telégrafo
Trabajos prácticos en el laboratorio de máquinas
Trabajos prácticos en el laboratorio de electro-técnica
Trasporte de carga
Construccion de dinamos i trasformadores
c) Electro-técnica
Trabajos prácticos en el laboratorio de máquinas
Construccion de dinamos i trasformadores
Trabajos prácticos en el laboratorio de electro-ténica
Electro-técnica aplicada al telégrafo
Medidas eléctricas
Alumbrado eléctrico.
Corrientes alternas
Trasmision de la fuerza eléctrica
Ferrocarriles eléctricos

Física de la electro-técnica

Electro-química

Introduccion a la teoría de la potencial

La teoría de la potencial i su empleo en el estudio de la electricidad

Ondas eléctricas

En muchos de los ramos anteriores se hacen clases por varios profesores i conferencistas, de manera que el estudiante puede elegir al profesor que trata mas especialmente la parte del ramo que mas le interesa.

Observaciones sobre el curso de Ingeniería.—Una particularidad que es de notar, es la ausencia de toda tentativa de instruccion en la práctica de los talleres. La instruccion de laboratorio está reducida al laboratorio de máquinas i al de electro-técnica, con un poco de práctica en el ensayo de materiales en el establecimiento vecino de ensayos del Gobierno. (Königliche mechanische-technische Versuchsanstalt).

El laboratorio mecánico contiene máquinas tipo de vapor, gas i aceite i aparatos hidráulicos, con un total de 800 caballos de fuerza mas o ménos, con las calderas correspondientes. Los edificios que contienen esta instalacion forman un anexo de la Escuela, estando toda la instalacion, bajo la direccion de uno de los profesores. El laboratorio eléctrico está situado en el edificio principal i se ha formado cubriendo con un techo una de los patios.

La particularidad mayor de este curso, consiste en el tiempo relativamente grande ocupado en la construccion de máquinas. (En este ramo se incluyen dibujo de máquinas, estática gráfica, jeometría descriptiva i las clases que tratan de las diversas formas de máquinas, en las cuales se dan ejercicios para la oficina de dibujo). Este departamento está bajo la direccion del profesor Riedler. No ménos notable es el método de instruccion adoptado. El profesor Riedler confecciona proyectos de ejecucion en el establecimiento, para lo cual emplea de 20 a 30 dibujantes. La mayor parte de éstos son instructores, de manera que los ramos de dibujo mecánico i proyectos de máquinas son enseñados por dibujantes prácticos, empleados la mayor parte del tiempo en proyectos de ejecucion. No seria posible idear un método mejor, pues en realidad los estudiantes trabajan, de este modo, en las verdaderas condiciones de la práctica. Hai un gran número de piezas destinadas a la instruccion del dibujo, i el departamento en ingeniería del edificio principal i el ala recién construida consisten principalmente de una série de oficinas de dibujo.

Hai varias colecciones de aparatos que forman pequeños museos anexos a cada departamento. El mas célebre de éstos es la coleccion de modelos de Kinemática de Reuleaux.

Un estudiante que haya seguido este curso i graduado doctor en ingeniería ha tenido una práctica considerable de oficina de dibujo de órden superior, pero ha tenido mui poco trabajo manual. Si esta clase de instruccion es o nó la mejor, es cuestion de opinion, pero el autor considera que un curso que exija ménos trabajo teórico pero mas práctico, producirá a la larga una mayor proporcion de buenos ingenieros. A cierta clase de individuos les convendrá admirablemente, pero para la jeneralidad, llegar a la edad de veintitres años mas o ménos i encontrarse solamente con un año de esperiencia de talleres, no es un resultado que se conforme con nuestras ideas inglesas de lo que debe ser la educacion de un ingeniero mecánico.

LA ESCUELA POLITÉCNICA FEDERAL SUIZA ZURICH

Esta es una institución nacional, bajo la dirección de un comité del cual el Coronel Bleuler es presidente, i el señor Naville, vice-presidente.

El objeto de la Escuela es proporcionar instrucción especial en los ramos de ingeniería e industrias. El curso dura cuatro años.

Entrada a la Escuela.—Para esto se exige la edad de diez i ocho años i pasar un exámen. En vez de este último se acepta un certificado de un colegio suizo, o en ciertos casos especiales se puede eximir a los estudiantes parte de este exámen, segun como sean los certificados que presente.

Los que deseen asistir como oyentes deben probar que poseen los conocimientos necesarios para poder seguir las clases i pueden ser examinados con este objeto. A esta Escuela no se le ha dado el rango académico de la escuela politécnica de Berlin, i no se dan grados. Los estudiantes regulares pueden obtener un diploma. El último semestre se emplea en el exámen para optar al diploma, de modo que el tiempo empleado en la instrucción es de siete semestres. Es interesante notar, de pasada, que la educación de un niño que principia a los seis años, seria la siguiente:

	Años
Escuela primaria	4
id. secundaria	2
Gymnasium	7
Politécnico	4
TOTAL.....	17

Al final de este largo curso el joven tendria veintitres años.

La Escuela está dividida en seis departamentos. Éstos, así como el número de estudiantes en cada departamento, se indican en el cuadro núm. VI.

CUADRO NÚM. VI. —Estudiantes (incluso extranjeros) asistentes al curso de 1901 a 1902

CURSOS	Suizos	Estrangeros	Total
1. Arquitectura	49	10	59
2. Ingeniería civil.....	181	53	234
3. » mecánica.....	230	186	416
4. Química industrial.....	124	92	216
5. Industria florestal i agricultura.....	93	11	104
6. Matemáticas i física.....	30	6	36
TOTAL.....	707	358	1065

Libertad académica.—Las clases i ejercicios indicados en el programa de los diversos departamentos, son obligatorios. Sin embargo, en cada departamento se permite elegir ciertas combinaciones para el tercer año, pero una vez elejida una de éstas, hai que seguirla hasta el fin.

PROGRAMA DE CLASES I EJERCICIOS PARA EL CURSO DE INGENIERÍA MECÁNICA
DEPARTAMENTO 3.º

1.º año

Cálculo diferencial	Jeometría analítica
Jeometría descriptiva	Dibujo de máquinas i química

2.º año

Ecuaciones diferenciales	Construccion de máquinas
Mecánica	Tecnología mecánica
Física	Laboratorio de ensayos (Opcional)

3.º año

Termodinámica	Electricidad
Dibujo de máquinas	Tecnología mecánica
Hidráulica	Higiene
Laboratorio de hidráulica	

4.º año

Construcciones metálicas	Construccion de dinamos
Laboratorio electro-técnico; esperimentos en sistemas alternos	Laboratorio hidráulico; construccion de máquinas hidráulicas
Laboratorio mecánico; construccion de calderas i máquinas	Instalaciones eléctricas.

Observaciones sobre el Curso anterior.—El laboratorio mecánico se encuentra unto con el hidráulico en una gran sala cubierta por un techo metálico de arco.

Las salas de dibujo i las de clase están colocadas en el cuerpo del edificio que forma el frente. El costo total del edificio ha sido de 32000 libras esterlinas. La maquinaria i aparatos costaron 20000 libras. Entre la maquinaria de que se compone la instalacion, llama la atencion una hermosa máquina a vapor, de tres cilindros i de triple expansion: cada cilindro tiene un tipo distinto de distribucion, siendo cada una de éstas gobernada por un tipo distinto de regulador. La fuerza normal de esta máquina es de 150 caballos ji su máximo es de 200. Esta máquina puede acoplarse de varias maneras, entre otras, a un jenerador trifásico capaz de emplear toda su fuerza motriz, o a un dinamo de corriente directa que tambien puede aprovechar toda la fuerza motriz del motor, o bien a una trasmision por cuerdas i correas que mueve varias máquinas i bombas. Tambien hai un motor vertical de doble expansion, capaz de desarrollar hasta 100 caballos.

En el departamento de las calderas hai tres tipos distintos de éstas, incluso una tubular que puede trabajar hasta con 300 libras de presion (21 kgs. por cm).

En el departamento de hidráulica hai una buena instalacion de turbinas, bombas i aparatos hidrométricos. La limpieza i orden que reina en el laboratorio son dignos de notarse.

Las máquinas no sólo se mantienen limpias, sino brillantes.

Hai seis empleados en el laboratorio, cuya única ocupacion es mantener el material en buen estado.

Como en Berlin, no se hace ninguna tentativa de instruir en la práctica de los talleres, ocupándose la mayor parte del tiempo en las oficinas de dibujo.

Observaciones jenerales sobre todos los cursos que preceden.—Una particularidad de todos los cursos referidos es la manera como éstos se desarrollan, partiendo de la base científica comun durante los dos primeros años i dividiéndose despues en los diversos ramos especiales, durante la parte restante del curso.

Se entiende que tanto en los establecimientos de Estados Unidos como en los otros, muchas de las clases en los ramos de especialidades, se dan por individuos que ejercen la profesion i que no son miembros regulares del cuerpo de profesores. Los mejores cursos en este pais están arreglados mas o ménos sobre la misma base, pero siendo el mas largo sólo de tres años, no hai tiempo para desarrollar la instruccion en los ramos de especialidades. En Boston, Cornell, Berlin i Zurich un estudiante puede obtener instruccion especial en la tecnología de la locomotora i de los ferrocarriles. Ninguna institucion en este pais puede proporcionar una instruccion semejante. El estudio de la locomotora sólo forma parte del estudio jeneral de la máquina a vapor. La ventaja para las compañías de ferrocarriles seria mui grande si existiera siquiera un curso de instruccion especial en el ramo de locomotoras, donde hubiera un laboratorio en que pudiera ensayarse una locomotora verdadera, como el que existe, por ejemplo, en la Universidad de Purdue (Estados Unidos) o los que pertenecen a algunos departamentos de locomotoras en los ferrocarriles de Norte América. Se podria arreglar un curso para individuos que hubieran terminado sus estudios jenerales de ingeniero i hubieran trabajado un año o dos en una fábrica de locomotoras.

En un laboratorio de esta clase, el efecto de variar las condiciones en que trabaja una locomotora, podria ser estudiado de una manera que seria imposible hacerlo sobre una máquina en marcha sobre la via. Ensayos de esta naturaleza, combinados con observaciones dinamométricas del material rodante de la via, serian de grande utilidad a los proyectistas de locomotoras.

Hai una diferencia esencial entre el método de enseñanza de Norte América i el de Alemania. En los Estados Unidos el curso de instruccion es completamente definido i el estudiante está obligado a seguirlo estrictamente paso a paso. Sólo se permiten pequeñas variaciones en la forma de «opciones» en la última parte del curso. Pero cualquiera que sea la «opcion» escojida, el estudiante tiene que seguirla hasta el fin. El grado que obtiene depende del resultado acumulado de los exámenes parciales i totales, que terminan finalmente con un proyecto final. Como ya se ha dicho, el estudiante tiene que seguir un programa preciso, i tiene que trabajar, o retirarse.

En Alemania, los estudiantes de las grandes escuelas técnicas gozan de la «libertad académica», peculiar al sistema universitario de ese país. A ningún estudiante se le obliga a seguir un curso especial. Para su conveniencia se arreglan cursos determinados que se indican en el calendario de la escuela, pero estas series de clases no son obligatorias. No hai en ningún sentido un curso obligado. Los cursos de estudios son solamente recomendaciones i los estudiantes pueden seguirlos o nó, como les plazca. Los grados se conceden por medio de exámenes principalmente orales, por los profesores del establecimiento.

Es de notar que en Zurich el curso es parcialmente obligatorio i en parte opcional.

Aunque la enumeracion de las clases indicadas i el número de estudiantes, etc., den una idea jeneral de lo que se hace en otros países, las peculiaridades de los cursos en comparacion con lo que se hace usualmente en este país, no pueden verse sin tener una idea de la importancia relativa que se atribuye a los diversos temas de estudio. Con el objeto de facilitar esta comparacion, el autor ha estimado el tanto por ciento del curso completo destinado a los distintos ramos, agrupándolos de la manera mas familiar a los socios. Los números deben considerarse sólo como aproximaciones, pero son suficientemente exactos para hacer resaltar las peculiaridades de los cursos respectivos.

CUADRO NÚM. VII.—Tanto por ciento de horas de instruccion
en los cursos de ingeniería mecánica

CURSOS	Instituto de Massa- chusetts.	Cornell	Politéni- co de Berlin	Politéni- co de Zurich
Matemáticas.....	8	5	14.5	19.2
Física.....	5	8	6.8	6.0
Química.....	7	7	1.7	3.0
Mecánica aplicada.....	7	10 *	22.5	19.5
Mecanismo.....	4		8.0	
Máquina a vapor (incluso termo dinámica).	6	6	4.1	8.0
Dibujo mecánico * ..	26	20	31.0	39.3
Electro-técnico.....	2	2	3.4	5.0
Ramos comerciales.....	2		8.0	
Talleres.....	14	30	Nada	Nada
Frances.....	6		»	»
Aleman.....	3	3	»	»
Inglés.....	5		»	»
Laboratorios de Ingeniería.....	5	9	***	***
	100	100	100	100
Número aproximado de horas.....	3,000	3,000	4,000	4,000
Distribuidas durante.....	4 años	4 años	3 años	3 años

* Incluye mecanismo.

** Incluye dibujo a mano alzada i de máquina i las clases que tratan de proyectos de máquinas

*** Se siguen además cursos de laboratorio, pero es difícil estimar cuánto es lo que se recomienda.

El cuadro anterior demuestra que un curso en Estados Unidos puede tomarse como que consiste en una instruccion de 3000 horas, distribuidas en el espacio de cuatro años. Los cursos europeos aludidos constan de 4000 horas, distribuidas durante tres años, sin contar el trabajo de laboratorio. No se cuenta el cuarto año por estar destinado principalmente a los trabajos de exámenes. No debe olvidarse, sin embargo, que un estudiante norte-americano recibe realmente 3000 horas de instruccion; en tanto que a un estudiante aleman o suizo se le recomienda solamente, asistir a cursos que suman en su totalidad 4000 horas. En realidad ellos pueden trabajar las horas que quieran.

Los números del cuadro núm VII demuestran tambien una segunda diferencia esencial entre los cursos americanos i los europeos. En Norte América, una gran proporcion del tiempo está destinada a trabajos de taller. En Alemania i Suiza no se emplea ninguna parte del tiempo en esto. En Berlin i en Zurich hai hermosos laboratorios de máquinas, pero no de ensayos. Los ensayos de materiales que se ejecutan, tienen lugar en el establecimiento del Gobierno que se encuentra en cada uno de estos casos al lado de la Escuela. En Norte América el laboratorio de ensayos es una particularidad del curso.

En resúmen, los cursos americanos tienen un carácter mas práctico, tienen mas trabajo de laboratorio que lo que se recomienda en el curso aleman i se destina una buena proporecion del curso a la enseñanza del trabajo manual. En Berlin i en Zurich no se hace ninguna tentativa de enseñar el trabajo manual, i la mayor parte de la instruccion se da en la oficina de dibujo, destinándose ademas una porcion considerable de tiempo al ensayo de máquinas.

En Berlin i en Zurich un estudiante se encuentra al fin de su curso con un grado o diploma a la edad de 23 años, i sin esperiencia de la práctica de los talleres, escepto la instruccion de un año que se exige para algunos de los estudiantes al entrar al Politécnico de Berlin.

En los Estados Unidos un estudiante se encuentra con un grado o diploma a la edad de 21 años i con la habilidad manual i conocimiento de la práctica de los talleres que ha podido obtener en los del Colejio. Con este capital no tiene dificultad en obtener mayor instruccion en alguna de las grandes fábricas del pais. Los patrones le dan ocupacion sin exigirle prima i le pagan desde luego un sueldo suficiente para su sustento, reconociendo que sus conocimientos lo colocan en una posicion distinta de la de los aprendices ordinarios. De esta manera, obtienen hombres bien instruidos en sus establecimientos, i por su propia observacion descubren luego si el jóven posee ademas de habilidad intelectual, las cualidades que se requieren en un buen hombre de negocios o en un buen organizador i de esa manera completan su personal superior.

Despues de considerar estos hechos, se nos ocurre las preguntas:

¿Es mejor o peor el método británico de enseñanza de ingenieros? ¿Podemos considerar mejores nuestros métodos en vista de lo que se hace en el extranjero? La mayoría de la jente consideraria los métodos de Berlin i Zurich como demasiado académicos.

Ciertamente, un jóven tropezaria con dificultades posteriormente, en cualquiera posicion que se encontrase, si no estuviera familiarizado como lo está un obrero mecánico, con las herramientas i maquinarias empleadas en los talleres i fábricas.

Hai muchos, tambien, que al paso que admiran el sistema americano de instruccion manual, creen, sin embargo, que es preferible que esta instruccion se obtenga en un taller en las verdaderas condiciones de la práctica, por la razon de que un jóven que aspire a ser jefe en el porvenir, debe saber lo mas posible sobre el carácter del operario, sus ideas i sus puntos de vista, etc.

Lo que hai de seguro, sin embargo, es lo siguiente: que un estudiante norte-americano, aleman o suizo, principia su curso con una educacion mejor que en el caso nuestro.

Aquí se pierde mucho tiempo en el colejio técnico en enseñar ramos que debieran haberse aprendido anteriormente en la escuela.

El gran defecto que tiene el sistema actual, aquí, como ya lo ha indicado el autor, consiste en la falta de coordinacion entre los colejios i los patrones de fábricas. Si estos últimos se ocuparan de la cuestion, él está seguro, que su actitud cambiaria prontamente.

La opinion jeneral reinante parece ser, que un curso arreglado de modo que los meses de invierno se ocupen en el colejio i los de verano en alguna fábrica, seria mui de desear, i de él se podrian esperar mui buenos resultados. Un arreglo de esta naturaleza, por supuesto, sólo seria hacedero con la cooperacion de los directores de fábricas. Este sistema alterno no puede considerarse como experimental. Nuestro Almirantazgo ha tenido algo semejante en operacion durante cuarenta años, i el sistema ha producido una lista famosa de jefes constructores navales. Las Universidades escocesas se prestan a este sistema i el autor cree que es mui jeneral en los estudiantes de Glasgow estudiar en el invierno i trabajar prácticamente durante el verano. El señor Yarrow ha introducido este sistema en las reglas que rijen para los aprendices de sus talleres. Estas reglas se leyeron durante una discusion reciente en el Instituto de Arquitectos Navales i se dieron los nombres de varios fabricantes que se han comprometido a recibir aprendices en condiciones semejantes.

Dejando este punto para segunda discusion, el autor desea observar que ningun sistema será de alguna utilidad sin la cooperacion decidida de los patrones i fabricantes; con su cooperacion casi cualquier sistema daria buenos resultados.

Antes de terminar, se darán algunas cifras que indican la estimacion comparada en que se tiene la educacion profesional.

Los números concernientes a Alemania i Gran Bretaña son tomados de una publicacion hecha por la Asociacion de Institutos Técnicos. Los que se refieren a los Estados Unidos son extractos del informe del *Comisionado de Educacion* (Commissioner of Education).

CUADRO NÚM. VIII. — Número de estudiantes durante la temporada de 1901-1902 en los ramos indicados

CURSOS	Politécnicos Alemanes	Instituto de Educacion Superior de Estados Unidos	Universidades i Escuelas Técnicas de Gran Bretaña
Agricultura.....	42	2852	411
Arquitectura.....	1440	459	
Ingeniería Civil.....	2257	3140	} 2259
» mecánica.....	} 5503	4459	
Electrotécnica.....		2555	
Química i metalurgia..	1180	**	667
Arquitectura naval.....	318	***	33
TOTAL.....	10740 *	13465	3370

(°) Estas cifras no incluyen a los estudiantes de Brunswick o Stuttgart.

(°°) La química no se especifica separadamente, pero está incluida probablemente en el curso de ciencias jenerales, en el cual la asistencia es de 10925.

(**°) Incluida en ingeniería mecánica.

Los 10740 estudiantes asistentes a los politécnicos alemanes deben tener todos mas de 18 años.

Los estudiantes de las instituciones norte-americanas tendrán todos probablemente mas de 16 años.

Los 3370 estudiantes asignados a Gran Bretaña se obtienen incluyendo entre éstos todos los mayores de 15 años que sigan cursos diurnos de mas de 20 horas semanales en los politécnicos. Probablemente no habrán mas de 500 estudiantes mayores de 17 años en todo este país, que cursen los ramos indicados i que puedan compararse con los 10740 de Alemania o los 13000 de los Estados Unidos.

Estos números indican que el grueso de los aprendices a ingeniero del Reino Unido no reciben instruccion científica de ninguna especie.

El autor aprovecha esta oportunidad para agradecer a los amigos de las instituciones nombradas su benévola cooperacion i ayuda.

