

El estudio de la Ciencia Aerotécnica en Alemania

Por MARTÍN ABRAHAM
Dr. Ing. del D. V. L., de Berlín

EL número de españoles jóvenes que van a Alemania para iniciar o completar su formación técnica, viene aumentando sin cesar en estos últimos tiempos. El pueblo alemán invita y ofrece cordial acogida a cuantos jóvenes de habla española deseen perfeccionar su cultura profesional en las Escuelas superiores alemanas, y cuenta con que, a su regreso al solar patrio, serán los más entusiastas impulsores de la fraternidad hispano-germana.

Creemos, pues, interesante divulgar aquí las condiciones en que se desenvuelven los estudiantes españoles en Alemania, y, dado el carácter profesional de REVISTA DE AERONÁUTICA, concretaremos esta información al tema que encabeza estas líneas.

Las Escuelas Superiores Técnicas en Alemania

En Alemania — como en otros países — las ciencias técnicas no se cultivan en las propias Universidades, sino en Escuelas especiales autónomas, con los mismos derechos y atribuciones que aquéllas.

Existen 11 Escuelas Superiores Técnicas, situadas en las ciudades de Berlín, Breslau, Brunswick, Carlsruhe, Dantzig, Darmstadt, Dresden, Stuttgart, Aquisgrán, Hannover y Munich.

No todas las ramas de la Ciencia se estudian con análoga extensión en todas las Escuelas enumeradas. Por el contrario, existe una manera de especialización, y así, por ejemplo, para los estudios aerotécnicos deben recomendarse las Escuelas de Berlín, Darmstadt, Stuttgart y Aquisgrán.

Para la mejor comprensión del acoplamiento de los estudios aerotécnicos dentro del plan general de enseñanza, vamos a insertar a continuación el plan de estudios completo de la Escuela Superior Técnica, de Berlín:

1. — Facultad de Ciencias generales

- a) Matemáticas.
- b) Ciencias físico-naturales.
- c) Ciencias económicas.

2. — Facultad de Construcciones

- a) Arquitectura.
- b) Ingeniería de la construcción.
- c) Geodesia.

3. — Facultad de Ingeniería Mecánico-Industrial

- a) Construcción de máquinas.
- b) Electrotecnia.
- c) Arquitectura naval.
- d) Aerotecnia.

4. — Facultad de Materiales

- a) Mineralogía.
- b) Geología.
- c) Química.
- d) Metalurgia.

El plan de estudios de las restantes Escuelas alemanas no difiere del anterior más que en pormenores no esenciales.

Condiciones de admisión

Pueden ingresar en cualquier E. S. T. alemana los jóvenes — de ambos sexos — que hayan aprobado el examen final de cualquier Centro equivalente a las Escuelas clásicas de Alemania (segunda enseñanza, Bachillerato, etc.). Si en el certificado de este examen no consta la aptitud reconocida para ingresar en una Universidad del mismo país, el solicitante debe presentar por separado esta declaración. En caso de duda, resuelve el Ministerio de Instrucción Pública del Reich.

Para los aspirantes extranjeros, lo más seguro es aprobar el examen de ingreso en una Universidad de su país de origen, y presentar en la E. S. T. el certificado o nota de dicho examen, con una traducción del mismo, visados ambos por un Consulado alemán.

Otra condición necesaria es el conocimiento suficiente del idioma alemán. Puede acreditarse por un certificado del Cónsul de esta nación. Supuesto este conocimiento, la solicitud de admisión se redactará en alemán, y se acompañará a ella una sucinta biografía del aspirante escrita de puño y letra del mismo, y también en alemán.

Los derechos de examen, que han de acompañar a la instancia, en moneda alemana o cheque bancario, son de cinco reichsmarks (cinco marcos oro). Se incluirá, asimismo, un sobre dirigido al aspirante y sellos de franqueo de curso internacional para la respuesta.

La instancia debe formularse con la antipación posible, cuando menos, de tres meses. Así podrá recibirse la resolución con tiempo suficiente para presentarse en la Escuela al principio del curso. También se puede presentar personalmente la instancia, pero en tal caso, hay que aguardar algunas semanas la resolución de la misma.

Disposición del curso de enseñanza

En las Escuelas Superiores Técnicas alemanas, la enseñanza se divide en semestres, distinguiéndose los de verano y los de invierno. Las clases, laboratorios y cursos prácticos del llamado semestre de verano, comprenden del 15 de abril al 31 de julio, y los del de invierno, desde 1 de noviembre al 28 de febrero. Durante las vacaciones (marzo, abril, agosto, septiembre y octubre) los alumnos pueden utilizar las salas de dibujo y bibliote-

cas, a las que también suelen acudir los profesores para facilitar la labor de aquéllos.

El curso de Aerotécnica, con sus conferencias y ejercicios en los laboratorios y salas de dibujo, dura ocho semestres o cuatro años. Además de esta parte teórica, se exige al alumno una adecuada capacidad de trabajo manual, a cuyo fin debe practicar en fábricas durante doce a diez y ocho meses. Como quiera que los exámenes finales requieren unos seis meses, resulta, para la enseñanza completa, una duración total de cinco años y medio a seis.

Del tiempo señalado para prácticas ha de realizar el alumno seis meses a su opción antes o después del primer semestre teórico, a cuyo fin el cuadro de profesores explica este semestre, tanto durante los meses de invierno como los de verano. En los cursos sucesivos, cesa la opción de anteponer las prácticas, y los estudios empiezan necesariamente el primero de abril.

Plan de estudios

El cuadro que insertamos a continuación comprende las asignaturas que constituyen el plan de la especialidad Aerotécnica en la Escuela Superior Técnica de Berlín; bien entendido que en las demás Escuelas alemanas sólo existen diferencias de detalle:

| | HORAS POR SEMANA | | HORAS POR SEMANA | |
|--|--------------------------------|------------|------------------------------|------------|
| | (invierno o verano) | | (verano) | |
| | CLASES | EJERCICIOS | CLASES | EJERCICIOS |
| <i>Semestres 1.º y 2.º</i> | | | | |
| | <i>Semestre 1.º</i> | | <i>Semestre 2.º</i> | |
| Matemáticas..... | 4 | 3 | 4 | 2 |
| Geometría descriptiva..... | 4 | 2 | — | 2 |
| Física experimental..... | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Mecánica..... | 4 | 2 | 4 | 2 |
| Tecnología mecánica..... | 2 | — | 2 | 2 |
| Fundamentos de construcción de máquinas..... | 2 | 6 | — | 6 |
| Elementos de construcción de máquinas..... | — | — | 2 | 4 |
| Diseño de líneas de navíos... | — | 2 | — | 2 |
| Electrotecnia fundamental... | — | — | 2 | — |
| Química experimental... | — | — | 2 | — |
| | 22 | 19 | 20 | 24 |
| <i>Semestres 3.º y 4.º</i> | | | | |
| | <i>Semestre 3.º (invierno)</i> | | <i>Semestre 4.º (verano)</i> | |
| Matemáticas..... | 3 | 2 | — | — |
| Economía industrial..... | 3 | — | 2 | — |
| Mecánica..... | 4 | 2 | 4 | 2 |
| Tecnología mecánica..... | 2 | 2 | — | 2 |
| Elementos de construcción de máquinas..... | 4 | 6 | — | 6 |
| Termodinámica..... | 2 | — | — | — |
| Curso experimental en la sala de máquinas..... | — | — | — | 3 |
| Elementos de construcción de aeronaves..... | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Exámenes de elementos de construcción de aeronaves.. | — | 2 | — | 2 |
| Flotabilidad y estabilidad.... | 2 | 2 | — | 2 |
| Electrotecnia fundamental... | 2 | — | — | — |
| Electrometría..... | 2 | — | — | — |
| | 27 | 18 | 9 | 19 |

| | HORAS POR SEMANA | | HORAS POR SEMANA | |
|--|--------------------------------|------------|------------------------------|------------|
| | (invierno) | | (verano) | |
| | CLASES | EJERCICIOS | CLASES | EJERCICIOS |
| <i>Semestres 5.º y 6.º</i> | | | | |
| | <i>Semestre 5.º</i> | | <i>Semestre 6.º</i> | |
| Física de flúidos..... | 4 | 2 | 3 | 2 |
| Curso experimental en la sala de máquinas..... | — | 6 | — | — |
| Fundamentos de motores de combustión interna..... | 2 | — | — | — |
| Construcción y entretenimiento de motores de combustión..... | — | — | 2 | 4 |
| Construcción de aviones..... | 4 | — | 4 | — |
| Curso experimental en el Laboratorio Aeronáutico de Adlershof (DVL)..... | — | 2 | — | 2 |
| Resistencia mecánica de aviones..... | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Curso experimental en el Laboratorio electrotécnico. ... | — | — | — | 4 |
| | 11 | 11 | 10 | 13 |
| <i>Semestres 7.º y 8.º</i> | | | | |
| | <i>Semestre 7.º (invierno)</i> | | <i>Semestre 8.º (verano)</i> | |
| Construcción y entretenimiento de motores de combustión | — | — | — | — |
| Proyectos de aviones..... | — | 4 | — | 4 |
| Curso experimental en el Laboratorio Aeronáutico de Adlershof (DVL)..... | — | 2 | — | 2 |
| Dinámica de los cuerpos flotantes..... | — | — | 2 | — |
| Máquinas-herramientas..... | 2 | — | 2 | — |
| Organización de fábricas..... | 2 | 8 | 2 | 12 |
| Estática de estructuras navales..... | 2 | 2 | — | 2 |
| | 6 | 20 | 6 | 20 |

Fuera de estas clases, cuya asistencia es obligatoria para poder pasar los exámenes finales, se facilita el estudio de otras interesantes materias, en forma de clases y cursos voluntarios, de los cuales cada estudiante puede elegir los que le interesen más. He aquí las materias ofrecidas:

| | HORAS POR SEMANA | |
|---|------------------|------------|
| | CLASES | EJERCICIOS |
| Elementos de hidrodinámica y aerodinámica... | 2 | — |
| Teoría del vuelo..... | 2 | — |
| Curso de detalles de construcción de aviones.. | 2 | — |
| Cuestiones particulares sobre el proyecto de aviones..... | 2 | — |
| Construcción de aviones enteramente metálicos..... | 2 | — |
| Vuelo sin motor y vuelo remolcado..... | 1 | 1 |
| Dirigibles..... | 2 | — |
| Proyecto y construcción de dirigibles..... | 2 | 2 |
| Instrumentos para la navegación aérea..... | 1 | 1 |
| Construcción y servicio de motores ligeros.... | 2 | 4 |
| La electrotécnica de alta frecuencia y su aplicación en la aeronáutica..... | — | 4 |
| La medicina del aviador..... | 1 | — |
| Investigaciones de la atmósfera por medio de globos registradores..... | 1 | 1 |
| Resistencia de materiales..... | 2 | 2 |
| Metalografía..... | 2 | 4 |
| Curso superior sobre metales..... | 2 | 4 |
| Metales ligeros..... | 1 | 1 |
| Soldadura autógena y eléctrica..... | 2 | 4 |

Durante las cuatro semanas anteriores a la fecha del comienzo oficial de cada semestre, hay un curso preliminar, para el cual no se exige ninguna inscripción. Todos los estudiantes que se sienten imperfectamente preparados para los estudios técnicos superiores, pueden aprovechar esta oportunidad de completar sus conocimientos elementales de matemáticas, geometría descriptiva, química y dibujo técnico.

La Escuela Superior de Berlín presenta las máximas posibilidades en cuanto se refiere a estos cursos especiales, pero, además, tiene en su favor la existencia del gran Laboratorio Aeronáutico Oficial, instalado en el barrio de Adlershof, a cuyo centro pueden acudir los alumnos de aquélla durante las vacaciones, llegando a realizar pequeños trabajos científicos bajo la inspección de los ingenieros del Laboratorio.

Las prácticas

Como queda dicho, deben los estudiantes realizar seis meses de prácticas antes o después del primer semestre de estudios teóricos, y otros seis durante los cursos posteriores, pudiendo fraccionarlos en dos trimestres y aprovechar para éstos las vacaciones. También se admite la suspensión de los estudios teóricos durante doce meses, que se destinan exclusivamente a prácticas, con lo que resulta para éstas un total de diez y ocho meses.

Las repetidas prácticas deben efectuarse en verdaderas fábricas de importancia, no considerándose válidas las efectuadas en cerrajerías, hojalaterías o pequeños talleres de reparaciones. Para facilitar la elección existen profesores especializados, que asesoran a los alumnos en todo lo relativo a la ejecución de las prácticas. Se llevan a este fin relaciones de las fábricas autorizadas para ello, si bien, a petición del alumno, se le autoriza a practicar en otras equivalentes del extranjero.

La enseñanza del primer semestre de prácticas comprenderá los siguientes trabajos: moldeado y fundición, cuatro semanas; taller de modelos, cuatro; fragua y temple, cuatro; cerrajería, cuatro; cepillado y fresado, cuatro; torneado y amolado, cuatro, y trazado, dos. En total, veintiséis semanas de trabajos.

Como se advertirá, tiende este plan de labores a proporcionar al alumno una especie de cultura general de mecánica práctica. Por el contrario, en los períodos sucesivos se recomienda a los alumnos que trabajen exclusivamente en fábricas de aeronáutica.

El segundo semestre de prácticas no se efectuará hasta haber aprobado, cuando menos, cuatro semestres de estudios teóricos, y se distribuirá en la siguiente forma: cuatro semanas en cada uno de los talleres de ajuste de piezas y montaje; soldadura al estaño, autógena y remachado, dos semanas; otras dos en cada uno de los talleres de herramientas y prueba de motores; lo que supone, en total, catorce semanas en fábricas de automóviles o de aviación. Las doce semanas restantes se invertirán precisamente en una fábrica de aeroplanos, dedicando seis a las construcciones en madera y tela y las otras seis al montaje y ajuste de aviones.

Para los alumnos que voluntariamente deseen practicar otros seis meses, se ha previsto el siguiente plan de labores: trabajos suplementarios en los talleres ya mencionados, cuatro semanas; trabajos en piezas de motores, cuatro; ensayo de materiales, otras cuatro; construcción metálica de aviones, seis; servicio y entretenimiento de aviones y motores, ocho; total, veintiséis semanas.

Reconocida la importancia de la enseñanza práctica para la actividad profesional del futuro ingeniero, las Escuelas Superiores alemanas extreman sus exigencias en este aspecto de los estudios. Para poder acreditar su suficiencia, se exige a cada alumno lleve un diario en el que registre todas las operaciones que en sus trabajos prácticos efectúe, completándolas con bosquejos y descripciones sucintas de las instalaciones y máquinas empleadas en cada trabajo. Para pasar a practicar de un taller a otro, se exige al alumno el visado del diario por el jefe del primer departamento. Al terminar las prácticas, el jefe de la fábrica ha de entregar a cada alumno una certificación de su buena conducta y puntual asistencia al trabajo, sin cuya presentación, en unión del referido diario, no será aquél admitido a los exámenes finales del grado.

Los exámenes

Los alumnos deben acreditar su suficiencia para resolver problemas de mecánica elemental, a cuyo fin se les exige cada dos semestres la presentación de un trabajo redactado en el aula. Las pruebas de fin de carrera comprenden dos exámenes: el *Diplom-Vorprüfung*, o examen preliminar, que hay que pasar en el cuarto o quinto semestre y abarca un tema escrito de mecánica general, y un examen oral de todas las asignaturas cursadas en los cuatro primeros semestres, no invirtiéndose en total más que algunas horas; el examen definitivo, que sigue a la terminación completa de los estudios, es el *Diplom-Hauptprüfung*. Se divide en dos pruebas, una práctica, para la que se otorga un plazo improrrogable de tres meses, en los que hay que formular un proyecto completo de avión o motor; aprobado éste, se celebra un examen oral, en el que el examinando puede desarrollar con cierta amplitud las materias en que desea especializarse, insistiendo menos en las restantes. Aprobado este examen, recibe el alumno el título y grado académico de *Diplom-Ingenieur* (Ingeniero Diplomado).

Los nuevos ingenieros pueden doctorarse más tarde. Por lo general, no se admite al grado de doctor más que a los aspirantes con alguna antigüedad en el de ingeniero, que puedan demostrar alguna actividad científica propia. Para obtener el grado de *Doktor-Ingenieur* se exige una Memoria sobre un tema que el candidato puede elegir, con tal que no haya sido tratado todavía. Aprobada la Memoria presentada, el candidato sufre finalmente un examen oral, aprobado el cual recibe el diploma.

Coste de la enseñanza

Antes de empezar los estudios ha de satisfacer el aspirante cinco reichsmarks o marcos oro, como timbre de la instancia y 30 como derechos de matrícula. El coste del

semestre se compone de una cuota general de 118,75 R. M. en la que van incluidos los seguros obligatorios del estudiante, más unas cuotas especiales de 2,50 por cada hora semanal de estudios. Como el número de horas semanales oscila entre veintidós y cincuenta, la cuota especial varía de 55 a 125 R. M. por semestre. El coste total de cada semestre oscila, pues, entre 175 y 245 R. M.

Los derechos de los cursos preliminares son: Dibujo técnico, 6 R. M.; Matemáticas, ocho; Descriptiva, cuatro, y Química, cuatro. Los derechos de examen, son: examen preliminar, 40 R. M.; examen final del grado, 80, y examen del doctorado, 200. Estos son los únicos gastos ineludibles, tanto para los estudiantes alemanes como para los extranjeros, equiparados a los primeros en este y en todos los demás aspectos de la enseñanza.

La vida en Alemania es, actualmente, de coste medio, pudiendo calcularse que un estudiante necesita para vivir modestamente unos 100 R. M. mensuales, incluyendo el hospedaje, y 150 si ha de vivir con algo más de desahogo.

La vida académica en Alemania

En todos los establecimientos docentes de Alemania se desarrolla entre los estudiantes un ambiente sumamente

cordial, cultivando toda clase de deportes y actos de sociedad. En cada Escuela existe una oficina de información para extranjeros, en la que se informa gratuitamente a los alumnos de todo lo relativo a su admisión, inscripción, presupuestos, exámenes, etc. A disposición de los mismos, durante los primeros días de su estancia en Alemania, existen expertos guías e intérpretes que hablan español.

La ciudad de Berlín, como ya hemos visto, ofrece las más amplias posibilidades para el estudio de la ciencia Aerotécnica. Al propio tiempo, la vida en la capital brinda las mejores ocasiones para desarrollar una sólida cultura general. El Instituto alemán para extranjeros, que se halla en la Universidad de Berlín, ofrece a los estudiantes extranjeros los medios de perfeccionarse en el conocimiento de la lengua alemana, así como de darles a conocer, en una forma sucinta y ordenada, algunos aspectos de la literatura, arte, historia y costumbres del pueblo alemán. Se organizan cursos, conferencias, discusiones sobre distintas materias, así como visitas y excursiones. Los cursos duran usualmente ocho semanas durante el semestre y seis durante las vacaciones.

En conexión con las Escuelas Superiores Técnicas hay siempre Clubs para casi toda clase de deportes, especialmente centros aeronáuticos y Clubs de vuelo a vela.

Nuevas matrículas aeronáuticas.

La Comisión Internacional de Navegación Aérea (C. I. N. A.) ha publicado recientemente el siguiente cuadro con las marcas de matrícula de las aeronaves civiles.

| PAÍSES | Marca de nacionalidad | Marca de matrícula | PAÍSES | Marca de nacionalidad | Marca de matrícula |
|-----------------------------------|-----------------------|---|--------------------------|---|---|
| Estados Unidos de Norteamérica .. | N | Todas las combinaciones de cuatro letras. | Indias Holandesas.. .. . | PK | Todas las combinaciones de tres letras, salvo las que incluyan al grupo UW. |
| Gran Bretaña..... | G | | Surinam..... | PZ | |
| Francia y sus colonias.. .. . | F | | U. R. S. S..... | RA o RO | |
| Italia y sus colonias..... | I | | Persia..... | RV | |
| Japón..... | J | | Panamá..... | RX | |
| Chile..... | CC | | Lituania..... | RY | |
| Canadá..... | CF | | Suecia..... | SE | |
| Cuba..... | CL o CM | | Polonia..... | SP | |
| Marruecos..... | CN | | Egipto..... | SU | |
| Colonias portuguesas..... | CR | | Grecia..... | SX | |
| Portugal..... | CS | Turquía..... | TC | Todas las combinaciones de tres letras. | |
| Rumania..... | CV | Islandia..... | TF | | |
| Uruguay..... | Cg | Territorio del Sarre..... | TS | | |
| Mónaco..... | CZ | Luxemburgo..... | UL | | |
| ESPAÑA..... | EC | Yugoslavia..... | UN | | |
| Estado Libre de Irlanda..... | EI | Australia..... | VH | | |
| Estonia..... | ES | Terranova..... | VO | | |
| Hungría..... | HA | Colonias inglesas..... | VP, VQ o VR | | |
| Haití..... | HH | India inglesa..... | VT | | |
| Colombia..... | HK | Méjico..... | XA o XB | | |
| Siam..... | HS | China..... | XT | | |
| Noruega..... | LA a LN | Afganistán..... | YA | | |
| Bulgaria..... | LZ | Nuevas Hébridas..... | YH | | |
| Perú..... | OB | Irak..... | YI | | |
| Finlandia..... | OH | Letonia..... | YL | | |
| Checoslovaquia..... | OK | Dantzig..... | YM | | |
| Bélgica..... | OO | Salvador..... | YS | | |
| Dinamarca..... | OY | Venezuela..... | YV | | |
| Holanda..... | PH | Nueva Zelanda..... | ZK | | |
| Curaçao..... | PJ | Unión Sudafricana..... | ZS | | |