

# Eli de Gortari. “La participación del ESIME en el desarrollo industrial de México”

Ángel Chávez Mancilla  
Escuela Nacional de Antropología e Historia  
Contacto: angelch.mancilla@gmail.com

---

Fecha de recepción: 12/08/2022

Fecha de aceptación: 12/09/2022

El documento que se comparte a continuación es el borrador mecanografiado de una conferencia inédita que Eli de Gortari leyó en 1965, y que se encuentra resguardada en el Fondo Eli de Gortari de la Biblioteca García Máynez del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.<sup>1</sup> El tema central de la conferencia es la importancia del desarrollo de la industria aeronáutica en México y su vínculo con el impulso que requiere Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) como la principal institución destinada a fortalecer la mencionada industria, de la cual, De Gortari refiere algunos antecedentes históricos y la situación en que se encontraba en México hacia 1965.

Este documento es importante para los estudios de la historia de la ciencia y la tecnología en México por dos motivos, el primero, da información sobre la situación de la industria aeronáutica de México, sus problemáticas y las perspectivas de desarrollo. En este sentido vincula el desarrollo científico tecnológico con una serie de determinaciones y mediaciones que enriquecen la historia de la ciencia, tales como el estadio de las instituciones que forman a los científicos e ingenieros, y en este sentido destaca la relevancia del ESIME y la carrera de ingeniero aeronáutico; además vincula a la institución elementos

---

<sup>1</sup> Aunque el documento no tiene señalada una fecha específica y ni la carpeta ni la caja del archivo en que se encuentra tienen materiales relacionados para situar temporal y espacialmente la conferencia, el contenido del texto arroja algunos indicios que permiten fechar el texto en 1965. La primer referencia que acota las fechas en que se leyó la conferencia es que se presentó cuando el Dr. Guillermo Massieu era el director del Instituto Politécnico Nacional, y dado que éste estuvo al frente del IPN en dos periodos que entre 1964 a 1970; luego pues, se descarta el periodo de mediados de 1968 en adelante, pues Eli de Gortari participo de lleno en el movimiento estudiantil de 1968 al frente de la Coalición de maestros de enseñanza media superior y superior y posteriormente fue hecho preso y abandonó la cárcel hasta 1971. Sumado a esto, el texto menciona el año de 1965 desde el cual Eli de Gortari se sitúa para dimensionar los avances científicos en contraste con el pasado.

diversos como los planes de estudio, las posibilidades de inserción laboral de los egresados, la necesidad de organizar los estudios superiores y de posgrado; además incluye determinaciones materiales que le llevan a situar la industria mexicana en el contexto latinoamericano y global. A estos elementos se suman, de forma sutil, otras determinaciones tales como la necesidad de inversión pública o privada para el desarrollo de una industria propiamente mexicana, así como la inversión necesaria para que se dote a las universidades, escuelas y centros de investigación, de laboratorios adecuados y otros aspectos de infraestructura como túneles aerodinámicos, laboratorios de motores, de estructuras, de vibraciones, entre otros.

En segundo lugar, este documento es relevante como parte de la obra no publicada de Eli de Gortari, quien es uno de los más importantes autores de filosofía e historia de la ciencia de México. En este sentido la conferencia aporta a la información sobre la trayectoria intelectual de su autor, así como sobre su concepción de la relación entre la ciencia la tecnología el conjunto de los fenómenos de la sociedad. De igual forma, el documento constata que el interés de Eli de Gortari en la historia de la ciencia y la tecnología no tenía un carácter anticuario o meramente recreativo, sino el objetivo de posibilitar el conocimiento del desarrollo histórico social para poder influir en la situación presente, cuestión que atraviesa el conjunto de su obra.

## LA PARTICIPACIÓN DEL ESIME EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE MÉXICO<sup>2</sup>

Eli de Gortari

Señoras y señores: Mucho agradezco la asistencia de quienes han venido a escuchar esta charla, aunque, como el título general de estas conferencias es “La participación del ESIME en el desarrollo industrial de México”, posiblemente les hay movido una explicable curiosidad: ¿cuál puede ser dicha participación en una industria, como la industria aeronáutica, que prácticamente no existe”

Voy a tratar de explicar por qué existe esta carrera de Ingeniero Aero-náutico que, aparentemente, no tiene aplicación, aunque, como veremos, sí la tiene, en escala reducida todavía, pero que está llamada a ser, si todos nosotros, ingenieros, profesores y estudiantes, nos lo proponemos, y nos ayudan las autoridades superiores, una de las más importantes y de mayor porvenir, entre las que integran la enseñanza técnica.

---

<sup>2</sup> Biblioteca Eduardo García Máynez del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo Eli de Gortari, Caja 27, expediente 86. Fojas 160-174.

La carrera de Ingeniero Aeronáutico se creó en México al formarse el Instituto Politécnico Nacional, en 1937. Dos ingenieros aeronáuticos que habían cursado sus estudios en la Escuela Nacional Superior de Aeronáutica de París, el ingeniero Mexicano Ángel Calvo y el ingeniero francés Jenn Broliquet, fueron los fundadores, aquí, de dicha carrera.

La aviación ya era, en el mundo, una realidad. Hagamos un poco de historia.

Los esquemas técnicos del gran genio Leonardo de Vinci, que vivió de 1452 a 1519, y fue el inventor de la hélice, y los arriesgados ensayos de Lilienthal y otros, hicieron realidad en el primer vuelo tripulado con motor. En dicho primer vuelo, en el que se utilizó un motor de vapor de dos cilindros, de más de 20 C.V, también inventado por él, recorrió 60 metros con un tipo de aparato que, durante la construcción, lo designaba como avión (nombre inventado por Ader, que ha perdurado), y después, en la primera prueba, lo llamó Eolo, en homenaje al dios de los vientos.

Su construcción la hizo copiando escrupulosamente un murciélago gigante, tanto en su forma, como en su estructura, como en la relación del peso a la superficie sustentadora. El Eolo tenía un peso total de 295 kg, y una superficie sustentadora de 28 metros cuadrados, ¡Dejó chiquita a la naturaleza!

Posteriormente, el 17 de diciembre de 1903, los hermanos Wright, utilizando en su aeroplano un motor de gasolina de 4 cilindros en línea de 12C.V., en Kitty Hawk, pudieron volar una distancia de 40 metros, a 3 metros de altura, actuando Orville de piloto. Hicieron dicho día tres vuelos más. En el segundo, con Wilbur en los mandos, recorrió 65 metros; en el tercero, otra vez Orville, alcanzó un recorrido de 66 metros; y en el cuarto, Wilbur, volando a 4 o 5 metros de altura, logró volar una distancia de 284 metros.

Casi simultáneamente se empezaron a construir Laboratorios aerodinámicos.

En 1884 Phillips creó la primera máquina soplante, utilizando aire comprimido. Posteriormente, la corriente de aire se produjo por medio de ventiladores y hélices. Los precursores fueron: En 1890, La Cour. En 1898, Renard. En 1903, Stanton. (Todos ellos anteriores al vuelo de los hermanos Wright). En 1906, Riabouschinsky. En 1909, Eiffel. En 1909, Maxim. En 1909, Rateau, y en 1909, Prandtl. (Todos europeos).

Durante la primera guerra mundial (1914-1918) la aviación empezó a adquirir gran importancia. Primero, para descubrir la posición de las fuerzas enemigas. Después, para iniciar los bombardeos. A un aviador se le ocurrió, un día, agarrar un ladrillo, se puso a volar por encima de otro avión enemigo, y se lo dejó caer delicadamente. Como en aquella época los aviones estaban contruidos con madera y tela, el impacto hizo que el avión enemigo quedara destruido casi totalmente y se estrellara contra el suelo. Después vino el uso de ametralladoras, de bombas y, recientemente, de las atómicas. El aumento de carga transportada dio origen, combinado al bombardeo por personas, a los aviones de línea.

La aviación, desde su iniciación, ha avanzado a una velocidad vertiginosa.

Veamos, ahora, el aspecto actual en México. Después del fracaso de la planta Lockheed-Azcárate, de S. Luis Potosí, puede decirse que no hay, prácticamente, industria aeronáutica. Claro que el citado fracaso algunos “clarividentes” (modestia aparte) lo habíamos pronosticado con anterioridad al 15 de abril de 1962, en que dicha planta cerró sus puertas, por incosteabilidad.

La casa Lockheed, creadora del “Constellation”, del “C-130” y del “E-104”, quiso que tres naciones (México, Argentina e Italia) fabricasen el L-60 (llamado aquí el LASA-60, por las iniciales de Lockheed y de Azcárate). Pero, por razones semejantes a las de México, en la Argentina la empresa Lockheed-Kaiser tuvo también que dejar la fabricación, el mismo año de 1962. Únicamente sigue construyendo ese aparato, cuando lo piden, la casa Aer-macchio, italiana, llamándose allí AL-60, por las iniciales de Aer-macchi y de Lockheed, si bien tuvieron que hacerle modificaciones tales como poner, al AL-60 C4, una rueda de cola en el tren de aterrizaje, en vez de hacerlo triciclo (que es más caro), hacer algunos cambios en las puertas, etc. Claro la casa Aer-macchi tiene, además, algunos aviones como el MB-326, diseñado por ella, y un contrato para la revisión y reparación de los aviones de entrenamiento (de hace unos 6 años) Lockheed T-33, que utilizan las fuerzas aéreas italianas. Este servicio de “mantenimiento” es, probablemente, el que mantiene dicha fabricación.

Aunque en México ha habido y aún hay talleres de montaje y de producción futura como los de “Servicios Aéreos de México”, para construir el Cuauhtémoc M-1 (versión del Maule M-4) y la “Aeronáutica Waltz, S.A.”, para el “Super-Heron”, de Havilland, modificado, que voló por primera vez en Junio de 1959, hay otro aeroplano, más reciente, que también ha volado, construido por un antiguo alumno, con importantes modificaciones de un aparato “Piper PA-18 Super Club 150”, fumigador, y otros más, usados para diversas “tesis”, casi ninguno original, sino copia o adaptación de aviones extranjeros que, ellos sí, pudieron ser ensayados en sus países de origen.

Analicemos, hora, la relación entre la industria aeronáutica actual de México y las oportunidades que brinda a los ingenieros, dejando el análisis de sus posibilidades para un estudio posterior. Hasta el momento presente, se han graduado (o sea, han presentado sus “tesis”) 51 ingenieros, aunque hay bastantes más “pasantes”, porque, para hacer la “tesis” hay una tremenda resistencia pasiva. La realidad es que estos ingenieros sólo tienen, por el momento, un trabajo aeronáutico en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para otorgar determinados permisos, supervisión de reparaciones importantes, estudio de accidentes, extensión de certificados de aeronavegabilidad, establecimiento de normas de seguridad, mantenimiento y operación, inspección de aviones y de aeropuertos, proyecto de aeropuertos, estudio de los servicios de radio-ayudas, etc.; o en la rama de “mantenimiento”, bien sea en las líneas aéreas, o en el CIAAC [Centro Internacional de Adiestramiento

de Aviación Civil], o en las representaciones de aviones extranjeros (las más importantes, en el momento actual, parecen ser las de los aviones Cessna, Piper y Beechcraft), bien sea en algunas escuelas de pilotaje, por cuidar de la subsistencia de los aparatos (muchas veces, sumamente viejos) de que disponen.

Ahora bien: el “mantenimiento” se debe fundamentalmente a los ingenieros aeronáuticos de la ESIME. Las primeras generaciones salieron hacia 1940. En 1942, Aeronaves aún no existan como en la actualidad. La única empresa que figuraba como mexicana era la sucursal de la Panamerican World Airways (Compañía Mexicana de Aviación). A fines de aquel año, en una conversación con un senador que tenía gran influencia en American Airlines, me dijo que no tenían “mantenimiento” porque, cuando algo no iba bien en un avión de la línea, lo nadaban a los Estados Unidos para que lo arreglaran.

Actualmente son bastantes los ingenieros aeronáuticos mexicanos que trabajan en el “mantenimiento” de los aviones de Aeronaves, de la Cía., Mexicana y de otras líneas aéreas.

Me atrevo a afirmar que una gran mayoría de los ingenieros aeronáuticos han tenido y siguen teniendo una gran afición y cariño por la aeronáutica, aunque no hayan podido, en muchas ocasiones, trabajar en su especialidad.

Esta es, a grandes rasgos, la situación de la industria y del ingeniero aeronáutico en nuestro país, pero el prestigio de México, en Hispano-América, exige que procuremos tener el primer lugar.

Comparativamente me limitaré a exponer la situación actual en dos países: Argentina y Brasil.

–Argentina: Existe allí la DINFIA (Dirección Nacional de Investigación y Fabricación Aeronáuticas) establecida en Córdoba, que se llamó inicialmente Instituto Aerotécnico. Tiene dos divisiones: El Instituto de Investigación Aeronáutica y Espacialidad, que tiene nueve Departamentos. La Dirección de Producción, de la que dependen nueve fábricas. Los Laboratorios, Fábricas y demás edificios ocupan 230,00 metros cuadrados y más de 9,500 personas.

En los últimos años se han producido seis tipos de aviones, diseñados por el Instituto Aerotécnico. Además se montaron 75 aviones de tipo norteamericano y 48 de tipo francés.

Aparte de los aparatos fabricados por el Estado, hay otras empresas constructoras, como: la Aero-Boero, la Germán Blanco y la Turbay.

–Brasil. También allí, en Sao Paulo, existe el Centro Técnico de Aeronáutica, dividido en dos -Institutos: Instituto Técnico de Aeronáutica, que es la Escuela de Ingenieros Aeronáuticos, de la que salen, anualmente, más de 100 ingenieros. Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento, dedicado a la investigación, con tres departamentos: el de Electrónica, el de Materiales y el de Aeronaves. Este último fue organizado por el Profesor Heinrich Focke, con un equipo de ingenieros alemanes.

El Departamento de Aeronaves, para impulsar el desarrollo de los prototipos de aviones, efectúa investigaciones sobre los nuevos proyectos;

promueve la construcción por medio de contratos con la industria; formula los requerimientos de aeronavegabilidad; extiende los certificados de los aviones, las pruebas en vuelo, y la evaluación de la actuación y estabilidad de los aeroplanos; e investiga los problemas aeronáuticos, para el Ministerio de Aire y para la aviación civil y comercial.

Cuando el Profesor Focke se hizo cargo del Departamento de Aeronaves, lo subdividió en: Proyectos; Aerodinámica; Estructuras; vibraciones; y Fabricación.

Allí se construyen: un avión de entrenamiento, un helicóptero y un planeador; estos dos últimos diseñados por el Profesor Heinrich Focke.

Claro que, además de los aparatos producidos por el Centro Técnico de Aeronáutica hay fábricas de aviones como: IABSA (Industrias Aeronáuticas Brasileiras S.A.); Neiva; Avibras; Aerotec.

Se ve, pues, que, tanto Argentina como Brasil están algo más adelantados que México en la cuestión de fabricación de aviones, así como en la de investigación y ensayo. Ambos países tienen Laboratorios y Túneles Aerodinámicos, aunque estos sean algo inferiores a los que se proyecta instalar en el ESIME, y que nos permitirán ponernos a la cabeza en la industria aeronáutica de Ibero-América.

Es evidente que además de los laboratorios, lo primero que habrá que hacer es crear la industria aeronáutica mexicana. Para que no se crea que esto es una fantasía o simple ilusión, me voy a permitir dar, en orden alfabético, una lista (muy probablemente incompleta) de las naciones que tienen industria aeronáutica: Alemania (occidental y oriental), Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China (República Popular), Checoslovaquia, Egipto, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, India, Indonesia, Inglaterra, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Sud-África, Suecia, Suiza, Turquía, la URSS y Yugoslavia.

(Datos tomados de la publicación anual, hecha por los ingleses “Jane’s All The World’s Aircraft”).

Las primeras industrias serían, seguramente, de aviones subsónicos, pero ya se anuncia, para dentro de muy pocos meses, el establecimiento de líneas aéreas supersónicas (a 2 o 3 veces la velocidad del sonido) y es muy posible que, en un futuro cercano, se llegue a las velocidades hipersónicas (más de 5 veces la velocidad del sonido).

(Conviene advertir, para los que no lo sepan, que la velocidad del sonido, al nivel del mar, es de unos 340 metros por segundo)

En cuanto a la ESIME creo que, además de la aeronáutica no debiera descuidarse la astronáutica.

¿Quién podría imaginar, hace algo más de medio siglo, en aquellos primeros intentos de la aviación, que, en 1965, el hombre viese, como cosa natural, el que un astronauta abandonara su cápsula en el espacio exterior y que, como prueba de los logros científicos y técnicos llegarían aparatos

fabricados por el hombre a Venus, y se posarían nuevamente sobre la superficie lunar? Ante esto, sólo cabe pena n el futuro, no ya en un futuro meramente producto de la imaginación, sino en un futuro meramente inmediato y real, puesto que ahora, la realidad ha superado a lo que el hombre podría haber soñado como simple fantasía y como algo irrealizable.

Ante este panorama de un mundo que sigue en plena revolución, en el que un día surgen grandes adelantos, que al día siguiente son superados, México no puede permanecer como simple espectador. Es deber de todos el dar el impulso definitivo, para que México esté presente y activo en los grandes acontecimientos que surjan mañana.

¿Cómo dar este impulso? Ante todo hay que crear grandes investigadores, grandes técnicos, lo que debe ser tarea del ESIME.

No bastará ya con enseñar el funcionamiento de un motor de explosión, que empieza a tomar su lugar en la historia, como ya lo tiene la caldera de vapor. El técnico de hoy debe conocer las turbinas, y no únicamente su mantenimiento, reparación y construcción, de acuerdo con sistemas ya probados en el extranjero, sino que su capacidad debe llegar, mediante la investigación y la experimentación, a poder crear, en el futuro cercano de que hablamos antes, el sistema motor que sustituya a los de turbina.

Y ¿cómo crear estos técnicos, si no tienen dónde experimentar?

Para que México entre de lleno en la industria de la aeronáutica se deberán crear Laboratorios de experimentación, donde los investigadores y los estudiantes puedan observar el comportamiento de los modelos de aviones, de sus elementos, de sus motores, para que, una vez que conozcan esto, puedan llegar a diseñar, a crear.

Las razones de que la industria aeronáutica, en México, tenga todavía poca importancia, son muy complejas y algunas, incluso fueron de carácter internacional. Estas últimas creo que ya no existen o no son tomadas en consideración. Pero, para que la industria aeronáutica sea totalmente mexicana, sin depender de las industrias extranjeras, hacen falta determinadas e importantes instalaciones, de las que, todavía, carecemos.

El pasado viernes, el director de Instituto Politécnico Nacional, Doctor, Guillermo Massieu, decía muy acertadamente que los ingenieros de nuestra escuela no debían ser sólo “ingenieros de pizarrón”. Efectivamente, ciñéndome al campo de la aeronáutica, aun habiendo estudiado y aprobado todas las materias de la carrera, no deben limitarse a utilizar los datos y gráficos investigados y trazados en el extranjero; deben saber efectuar dichas investigaciones y trazados; no se deben reducir copiar un diseño (de un avión o de un motor) también extranjero; deben efectuar diseños originales y probarlos, para lo cual necesitarán buenos Laboratorios.

La industria aeronáutica mexicana debe ser fundamentalmente MEXICANA, no una simple sucursal, o conjunto de sucursales, de empresas extranjeras. Y, para ello, no es suficiente, aunque sea necesario, estudiar a conciencia libros técnicos, teóricos y, a veces, prácticos; es preciso, insisto, disponer de Laboratorios adecuados y los más perfeccionados que sea posible.

Los Laboratorios de Aeronáutica deberán tener túneles aerodinámicos (subsónicos y supersónicos, o sea con velocidades inferiores y superior a la velocidad de sonido) que permitan ensayar y corregir.

Los modelos de los aviones, proyectados y calculados por los ingenieros mexicanos, que puedan ser ofrecidos a las empresas que se creen para su fabricación.

Alan Pope, Supervisor de la División de Aerodinámica Experimental, en los Estados Unidos, dice en un libro publicado en 1954: "El túnel aerodinámico es un sistema mecánico para ensayar aviones y sus componentes, en una corriente de aire controlada, bajo las condiciones de un Laboratorio. Con el uso del túnel aerodinámico se puede asegurar que el primer vuelo, de un aeroplano nuevo, no sea el último".

Y más adelante: "El desarrollo de un nuevo avión requiere una gran cantidad de investigaciones. Los túneles aerodinámicos permiten la investigación aerodinámica por medios rápidos, económicos y precisos".

Y los ingleses R. C. Pankhurst, Superintendente de la División Aerodinámica, del National Physical Laboratory de Teddington, Middlesex, y D. W. Holde, Profesor de ingeniería de la Universidad de Oxford, en un libro publicado en 1965, dicen:

Hemos visto que, con frecuencia, los cálculos teóricos y los resultados prácticos tienen ciertas diferencias, siendo corriente, en muchos casos, utilizar fórmulas empíricas.

Como es natural, en la construcción de un avión es preciso confrontar las características aerodinámicas calculadas y las reales por medio de reiteradas pruebas, desde su proyecto inicial hasta su montaje final. Para ello se utilizan los Laboratorios aerodinámicos. La parte más importante de estos Laboratorios es la referente a los túneles de viento o aerodinámicos.

Este mismo criterio tienen los grandes profesores e investigadores de aerodinámica, entre los que me permito citar a Pierre Rebuffet, que, además de profesor de la Escuela Nacional Superior de Aeronáutica de París, es el jefe de la División de Investigación Aerodinámica de la ONERA (Oficina Nacional de Estudios e Investigaciones Aeronáuticas) de fama mundial.

Evidentemente, el Laboratorio de Aeronáutica con buenos Túneles Aerodinámicos es esencial para la eficiencia y competencia de los futuros Ingenieros Aeronáuticos de la ESIME.

Veamos, ahora, cuál debe ser la contribución del Politécnico, en general, y en la ESIME, en particular, al futuro desarrollo de la Industria Aeronáutica mexicana.

Podemos considerar que la Aerodinámica está integrada por un conjunto de escalones o niveles.

El más elevado, a mi juicio, es la investigación; comprendería el profundo y adecuado estudio, tanto teórico como práctico, de los elementos, materiales y perfiles que constituyen un aparato volado; y el de estos aparatos voladores y sus comportamientos y actuación (en inglés y francés:



“performance”) en las diversas circunstancias en que puedan encontrarse. Es evidente que para ello deberán los investigadores disponer de buenos laboratorios. (Los investigadores sería bueno que fueran Doctores, o, por lo menos, Maestros).

El segundo escalón sería el proyecto y cálculo de un aparato volador (avión, helicóptero, cápsula especial, etc.), basados en los estudios efectuados por investigadores. Estos aparatos y sus partes constitutivas deberán, también, se ensayados en los Laboratorios. (Los proyectistas y calculadores deberían ser Ingenieros Aeronáuticos titulados, aunque sería preferible que tuvieran también el título de maestro).

Una vez construido y en vuelo un aparato volador, vendría el tercer escalón o mantenimiento. Aunque la jefatura, en cada empresa, creo que debe ser de un Ingeniero aeronáutico, para los efectos de llevar a cabo el mantenimiento podría disponer de profesionales de un nivel algo inferior: los que, según los países, reciben el nombre de técnicos o peritos. Estos profesionales, que cursarían carreras más cortas que la de ingeniero, tendrían una especialización. Por ejemplo: Técnicos en Aeronáutica, Técnicos en Materiales, Peritos en Motores (o de explosión, o de chorro, o de cohete, o nucleares), etc.

Para los Talleres de fabricación o de montaje, también la jefatura debe ser de un ingeniero aeronáutico, que tuviera a sus órdenes, en las diversas secciones, Técnicos o Peritos.

En las Secretarías de Comunicaciones y Transportes, de Obras Públicas y de Industria, y, naturalmente, en la de Educación, los puestos técnicos de Aeronáutica convendría que fueran desempeñados por Ingenieros titulados, por depender de ellos muchas labores de superintendencia y enseñanza.

Para que los ingenieros aeronáuticos de la ESIME den un mayor rendimiento, no sólo en las labores de mantenimiento, sino en las de fabricación y como proyectistas, necesario dar más importancia a las clases prácticas, a los ensayos de Laboratorio y a los exámenes, tanto parciales como finales. Una vez más, vemos lo imprescindible que es tener buenos Laboratorios y que éstos se encuentren próximos a los salones de clases de gran parte de las materias de la carrera. También creo importante que en dichos salones de clases existan instalaciones para la educación audiovisual. Con aquea disposición y estos dispositivos se economizaría mucho tiempo y se aumentaría notablemente el rendimiento de la enseñanza.

El plan de estudios actual puede servir de base, pero mejorándolo. Para ello será necesario establecer un Laboratorio Aerodinámico como el que se ha propuesto, o mejor (si se dispone de suficiente dinero para ellos), y que será el más caro de los que hacen falta, pero es el más esencial; un Laboratorio de Motores; otro de Estructuras; otro de Vibraciones; otro para instalaciones e instrumentos de a bordo; ampliaciones en los tipo general de Ensayo de Materiales, Electrónica y Radio (para probar, entre otras cosas, el radar), Química, (para estudiar combustibles, comburentes y lubricantes), etc.

A las materias que constituyen el actual plan de estudios se pueden añadir algunas, tañes como: Mecánica hidráulica (servo-mando, entre otras cosas), cálculo analógico y cálculo automático; vibraciones; Cohetes; Energía nuclear; etc., que pueden o ser asignaturas suplementarias; o bien, ampliaciones en algunas de las materias del plan de estudios actual, o, quizás, algunas de ellas, dejarlas para el plan de estudios de Maestría.

Existiendo en el plan de estudios de ingeniería aeronáutica el “Proyecto Aeronáutico” (que deberá ser doble: un avión y un helicóptero o autogiro) y el “Proyecto de Elementos de Aviones”, el actualmente llamado “Proyecto de aviones” debería designarse como “Construcción de aviones”, enseñando los procedimientos de fabricación, materiales y maquinaria empleados, tiempo necesario en cada operación, etc., todo lo cual serviría para calcular el costo, que es fundamental. Y el “Proyecto de Motores”, que, como el Aerodinámico, debe ser también doble: un motor de explosión y un motor de chorro. (Y, más adelante, quizás un motor nuclear).

Con estas modificaciones y ampliaciones, sobre todo, repito, en la parte de investigación, los futuros capitalistas (bien fueran particulares o el Estado) tendrían ciertas garantías de que sus inversiones serían hechas con sentido común y no constituirían un despilfarro.

Además de su utilización para el proyecto de aviones, que es indispensable, el túnel aerodinámico puede ser de gran ayuda para resolver otros problemas. Ya el ingeniero Brocard, Jefe de la SESSI en la conferencia que dio en la ESIME hace poco más de dos años, hizo referencia a ello. (El ingeniero Brocard fue compañero de generación de los ingenieros Calvo y Brelivet, fundadores de las carreras de Ingeniería [...])

Modelos de Vehículos. Utilización en el túnel subsónico modelos o maquetas de vehículos (trenes, automóviles, etc.) se han podido determinar, utilizando en el experimento (por ejemplo) un piso artificial constituido por una banda de transmisión, moviéndose a la misma velocidad de la corriente de aire, aplicaciones muy interesantes. Así, en los trenes, se pudieron estudiar las corrientes o remolinos de aire, que, con el humo, nublan el campo visual de las cabinas del maquinista o molestan a los viajeros, eliminando esos remolinos por medio de pantallas. En el caso de automóviles o botes de carreras los ensayos permiten introducir modificaciones para disminuir la resistencia al avance debida al aire, permitiendo alcanzar una mayor velocidad con la misma potencia. En las pruebas en el túnel de sir. John Cobb, que llegó a alcanzar una velocidad de 634.4 kilómetro por hora, se vio que la nariz del coche no debía estar por encima de 30 cm sobre el suelo.

Edificios y otras estructuras. Al proyectarse un edificio no se debe olvidar que el viento puede someterlo a fuerzas de cierta consideración, lo que se hace perceptible, especialmente, en los tejados, pero que pudieran llegar a derribar un edificio o monumento mal calculado. Estas fuerzas pueden calcularse construyendo un modelo o maqueta del edificio y sus alrededores y probándolo en el túnel. Como un ejemplo de esto pueden indicarse los

experimentos que llevaron a cabo Dryden y Hill, en o Estados Unidos, con un modelo del Empire State Building y las manzanas de edificios circunvecinas.

Los letreros en lo alto de edificios de gran altura, con el viento aumentan las cargas sobre dichas construcciones, por lo que, generalmente, los reglamentos limitan la altura; aunque con el empleo de ranura o hendiduras que hicieran disminuir el arrastre del viento, se podrían permitir mayores letreros. Sin embargo, todavía no se ha hecho, oficialmente, ninguna investigación al respecto.

También pueden probar las superestructuras de barcos, con lo que será posible, por ejemplo, impedir que el humo de las chimeneas vaya a partes en que sería perjudicial, como las cubiertas de despegue de los portaviones.

En otra aplicación, muy importante, se puede determinar la causa del desastre del puente Tacoma Narrows, debido a la vibración aeroelástica. Para evitar que sucediera lo mismo se hizo un ensayo semejante con el proyecto del puente inglés Severn Bridge.

Otro ensayo que se hizo en Ingeniería fue con una maqueta del peñón de Gibraltar (a escala 1/500) para determinar, para determina, para vientos de diferentes direcciones, el lugar apropiado para establecer nuevos aeródromos o bases navales, y las rutas aéreas más convenientes para llegar a ellos.

Otras aplicaciones: En ventiladores y molinos de viento, por medio de pruebas en el túnel se puede mejorar su rendimiento. También para controlar las salidas de los humos de las chimeneas de una proyectada nueva fábrica, sobre sus alrededores. Los japoneses han probado maquetas de varias ciudades que sufrían con los humos.

Como inciso, creo conveniente indicar que, según me dijeron, la Escuela de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, estaba interesada en construir un túnel (evidentemente peor que el proyectado para el ESIME) para ensayar maquetas de edificios. Claro que dicho túnel puede ser de menor potencia, porque los huracanes es muy raro que pasen de los 200 km/hora.

Evidentemente, si la ESIME tuviera un Laboratorio Aerodinámico bueno, los arquitectos o alumnos de Arquitectura, de la Universidad o del Politécnico podrían utilizarlo para sus experiencias.

Y no les canso más. Gracias a todos por haber resistido esta charla, y hagamos votos porque, pronto, la industria aeronáutica de México, realmente mexicana, pueda ser la primera entre las de Hispano-América, y no se considere de menor importancia que las de muchos países que, en otros aspectos están a nuestra zaga. Que, lo mismo que la creación de Instituto Politécnico Nacional coincidió con el nacimiento de la carrera de Ingeniero Aeronáutico, dentro de las ESIME, el cincuentenario de esta escuela coincida con el renacimiento de la industria aeronáutica en nuestro país, contando con Ingenieros, egresados de la ESIME, suficientes y capaces.