





B. P. de Soria



61112384
D-2 868

2017-11-08

N^o 2152.



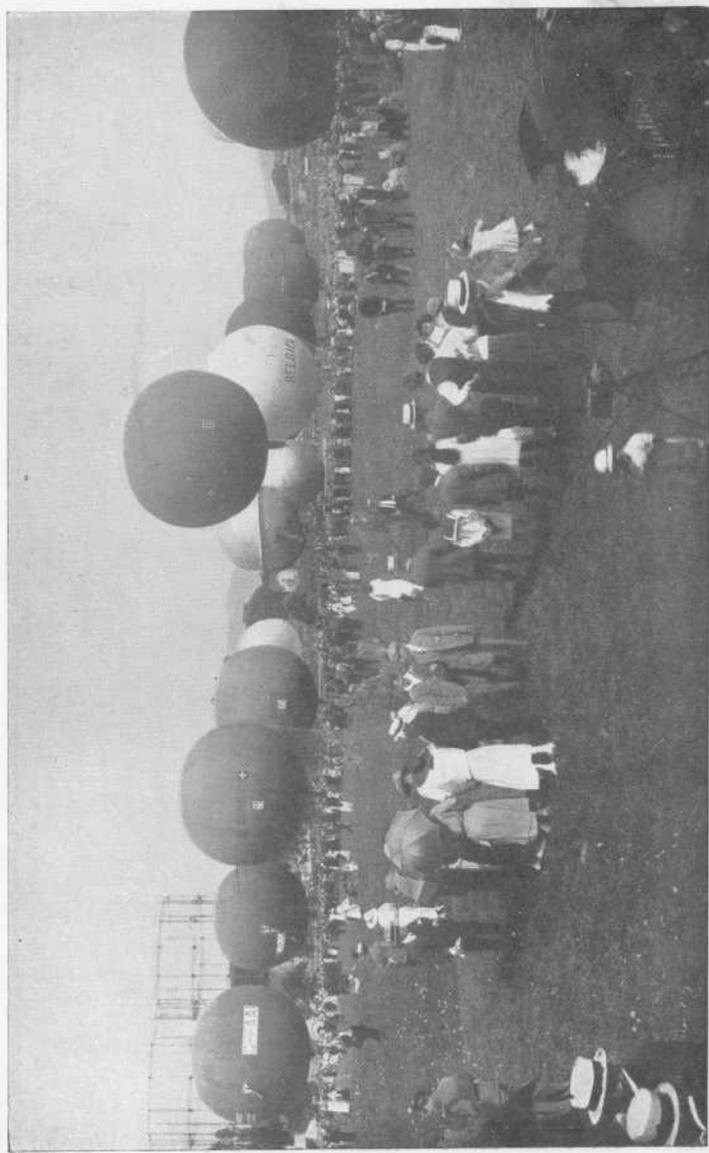
DIRIGIBLES Y AEROPLANOS



ES PROPIEDAD

Copyright by Calpe. — Madrid, 1925

Papel expresamente fabricado por LA PAPELERA ESPAÑOLA.



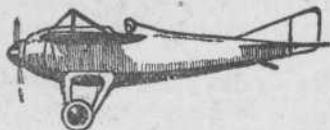
Salida de los globos que tomaron parte en el concurso para la copa Gordon Bennet, en agosto de 1922.

R. 2152

6
196

DIRIGIBLES Y AEROPLANOS

POR M. MORENO CARACCILO.-PROFE-
SOR DE LA ESCUELA INDUSTRIAL DE MADRID

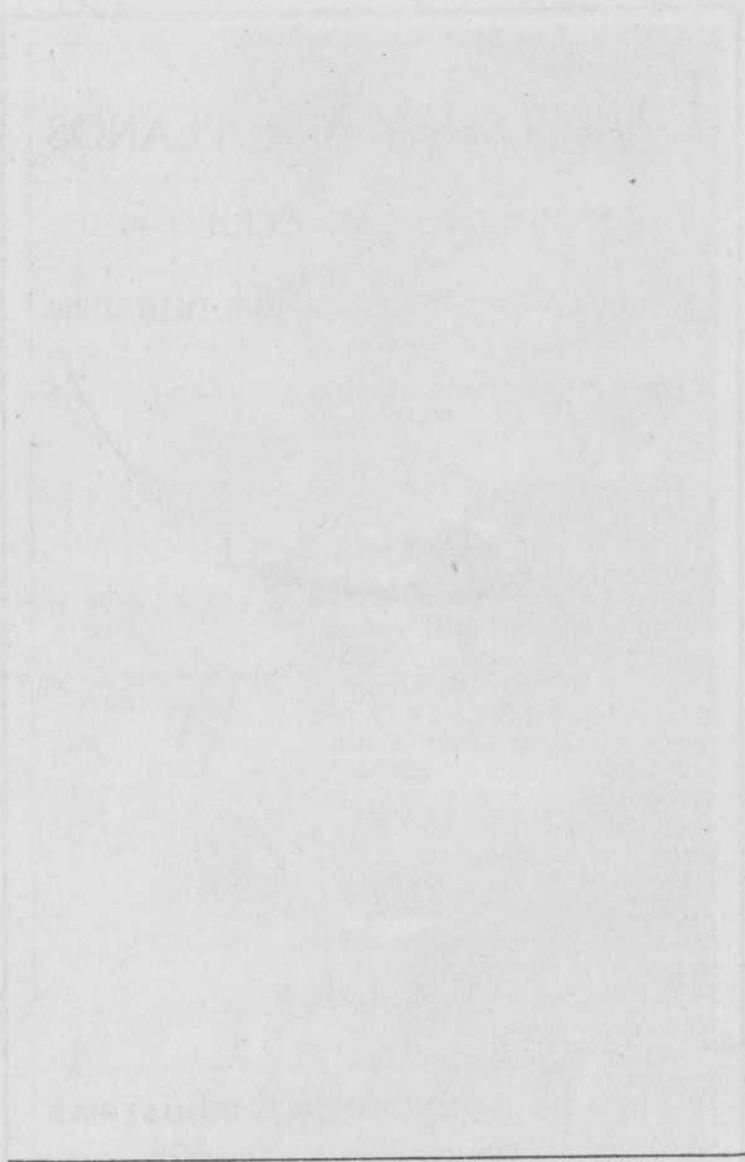


C A L P E

LIBROS DE INVENCIONES E INDUSTRIAS



R. 2112

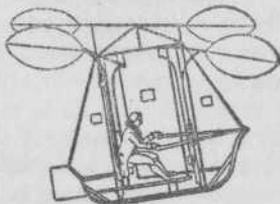


LOS RECURSOS CONTRA LA GRAVEDAD

LA tierra, que nos sustenta durante nuestra vida y nos acoge en su seno cuando morimos, tira de nuestro cuerpo con una fuerza que han bautizado los físicos con el nombre de *gravedad*.

Durante miles y miles de años estuvo sometido el hombre a la dura ley de la gravedad y se sintió amarrado a la corteza terrestre, mirando con envidia a las aves, más pequeñas y más débiles que él, y que, sin embargo, sabían eludir la atracción de la madre tierra y surcar libremente los espacios. Nosotros también estamos atados por invisibles lazos a la tierra; pero sabemos romperlos, y sólo la conciencia de que podemos cruzar el aire y eludir la ley física que sometió a las generaciones pretéritas parece como si elevase nuestro espíritu y le infundiese alientos nuevos para empresas más grandes y atrevidas.

Vamos a hablar de vuelos y de viajes aéreos, de lo que se ha logrado ya y de lo que ha de alcanzarse en un futuro próximo. Aspiramos a caminar por el cielo azul como lo hacemos hoy sobre la dura tierra o las agitadas olas, y antes de emprender el viaje vamos a ver los obstáculos que se han de oponer a



Máquina voladora que proyectaba Blanchard en 1782, y que abandonó al tener noticias de los globos de los hermanos Montgolfier.



nuestro avance y los recursos de que disponemos para vencerlos.

Tenemos en contra nuestra la atracción terrestre, que nos sujeta al suelo, y antes de pensar en vencerla es preciso conocer su naturaleza y su modo de obrar, pues quien conoce los recursos y las condiciones de su enemigo tiene mucho adelantado para vencer en la contienda.

La fuerza con que la tierra atrae a los objetos depende de la masa de éstos y de la distancia que de ellos le separa. Es decir, que la tierra atrae más intensamente un enorme bloque de piedra que un minúsculo grano de arena, y tira con más fuerza de un objeto próximo al suelo que de un asteroide situado a millares de kilómetros. Poco nos importa esta última condición, pues nuestros medios no nos permiten alejarnos mucho de nuestra madre tierra para que se debilite de un modo apreciable su afecto hacia nosotros. Aunque escalásemos el monte Everest, el más alto del mundo, ateridos de frío y respirando con dificultad, nos sentiríamos tan pegados a la nevada cumbre como si caminásemos por las tierras más llanas y más bajas.

Pero esas dos particularidades de la atracción terrestre traen a nuestra memoria otras atracciones que todos hemos visto: las magnéticas. El imán en forma de herradura que sirve de juguete a los pequeños atrae también los alfileres y las limaduras de hierro en la misma forma que atrae la tierra a los hombres y a las cosas. Y hace además algo que no hemos visto nunca hacer a la tierra: repele uno de los extremos de la aguja imantada que marca la dirección a los navegantes. ¿Habría algún cuerpo que sea rechazado por la tierra como lo es el polo negativo de la aguja imantada por el extremo negativo del imán? Claro es que, si existe, no estará en la tierra, pues ésta le habría rechazado y bogará sin rumbo por el espacio infinito; pero ¿no podríamos nosotros fabricarle reuniendo extraños elementos en alguna retorta de alquimista?

Julio Verne supuso que era posible tal fabricación y que un físico francés había encontrado el *negopos*, cuerpo rechazado por la tierra que permitía volar libremente a su inventor; pero por si acaso no lo encontramos pronto nosotros, busquemos otro medio de sustraernos a la acción de la gravedad.

Si nos ofende la luz de la lámpara o nos molesta el calor de la estufa, interponemos una pantalla entre el foco luminoso o térmico y nosotros, y en el acto se amortiguan los efectos de la luz y del calor. ¿No habrá alguna pantalla que nos suprima, o que atenúe al menos, la atracción permanente de la tierra?

El novelista inglés Wells hace que uno de sus personajes encuentre la *cavorita*, substancia impenetrable a la gravedad, que permite a su inventor llegar nada menos que a la Luna; pero, desgraciadamente, el único superviviente de la aventura no recuerda con exactitud el modo de fabricar la mágica pantalla.

Y, más desgraciadamente todavía, no es posible soñar ni con el *negopos* ni con la *cavorita*. La gravedad no es una fuerza comparable con las atracciones magnéticas, ni mucho menos con el calor y con la luz. Es algo fundamental en la estructura del universo y no existen acciones contrapuestas ni medios de burlar su actuación. Hay que atacarla de frente y vencerla con sus propias armas. ¿Es una fuerza? Pues opongámosle otra mayor para vencerla y no tratemos de investigar su esencia, que se escapa hoy a la inteligencia humana. Contentémonos, como hombres prácticos, con medir y expresar con guarismos sus efectos, y allá los físicos y los filósofos pongan en claro las experiencias del Marqués de Laplace y las teorías novísimas de Einstein.

Dispuestos a buscar una fuerza que nos sustraiga a la atracción terrestre, abrimos un libro de física y leemos el viejo principio de Arquímedes:

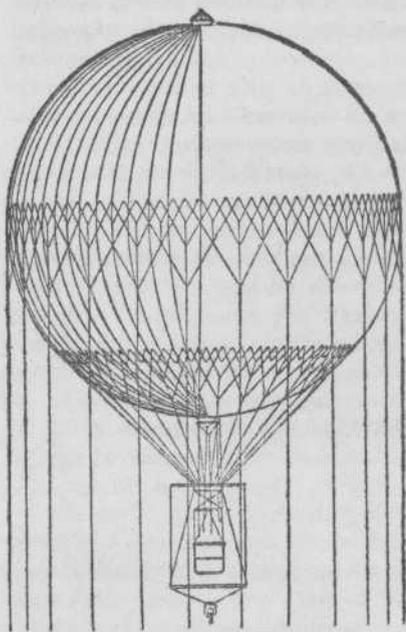
«Todo cuerpo sumergido en un líquido o en un fluido sufre un empuje hacia arriba igual al peso del volumen de líquido o del gas que desaloja.»

Nuestro cuerpo está sumergido en el aire y, por lo tanto, debe sufrir ese empuje de que hablaba el filósofo de Siracusa. Pero el aire pesa muy poco (algo más de un kilogramo cada metro cúbico) y el volumen de un hombre es muy pequeño. No llega ese empuje a un centenar de gramos, y el peso de cualquier hombre, por enclenque y desmedrado que sea, es de algunas decenas de kilogramos.

Pero si dispusiéramos de un objeto muy voluminoso (para



que desalojara mucho aire) y que pesase muy poco al mismo tiempo, es posible que el empuje hacia arriba fuese mayor que el tirón hacia abajo de la tierra. Supongamos un globo de 2.000 metros cúbicos de capacidad lleno de gas del alumbrado. Si el peso específico de este gas fuera medio kilogramo por metro



Globo esférico cautivo.

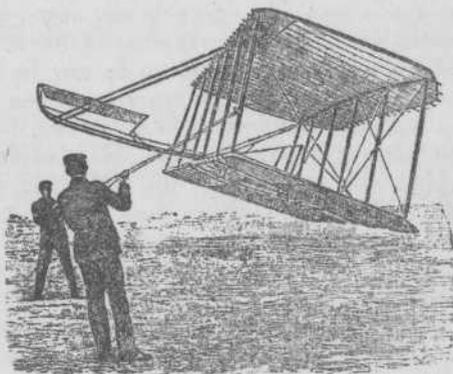
cúbico, el gas contenido en el globo pesaría 1.000 kilogramos, y como el aire desalojado pesaba algo más de 2.000 kilogramos (poco más de un kilogramo por metro cúbico), sería mayor el empuje ascendente que la atracción terrestre; el globo subiría y el exceso de fuerza ascensional compensaría el peso de la envolvente, del cordaje, de la barquilla y los aeronautas.

¿Y por qué rellenar el globo de un gas, que, aunque poco, pesa siempre algo y cuesta bastante dinero? ¿No sería mejor mantener tensa la tela con alambres y varillas y hacer el vacío en el interior de nuestro globo?

Hay alguien que se opone a ello de un modo inexorable: la presión atmosférica. El aire pesa muy poco; pero la cantidad que rodea a la tierra es muy grande. La atmósfera tiene muchos kilómetros de altura y cada centímetro cuadrado del suelo de Madrid viene a soportar el peso de un kilogramo de aire. A poca extensión que tuviera la tela de nuestro globo serían muchos los centímetros (cada metro cuadrado tiene 10.000) y, por lo tanto, los kilogramos con que la oprimiría la presión atmosférica. Y si reforzá-

semos la armadura interior o, prescindiendo de telas barnizadas, construyésemos con chapas metálicas nuestro globo, el peso muerto del aparato sería mayor que el empuje ascendente y quedaría atado a la tierra nuestro aerostato.

No nos queda otro recurso que rellenar el globo de un gas para que resista la presión atmosférica, y procurar que ese gas pese lo menos posible. Es lástima que las fantasías de Gargiulo



Antes de construir su primer aeroplano ensayaron los hermanos Wright planeadores sin motor, que flotaban a modo de cometas.

y de Garuffa sobre globos metálicos caigan por tierra al primer encuentro con las leyes de la mecánica y las fórmulas de resistencia de materiales.

Sigamos hojeando los libros de física y de mecánica en busca de fuerzas con que vencer la acción de la gravedad.

Y encontramos un capítulo titulado «Resistencias pasivas», en el que se habla de los obstáculos que se oponen al movimiento de las máquinas. Se habla allí del rozamiento entre el muñón y el cojinete, que obliga a gastar inútilmente, para vencerlo, una fuerza que pudo ser aprovechada en otros menesteres, y de la presión del viento que parece oponerse a la rápida marcha de la locomotora.

Pero estas «resistencias pasivas», parásitos del trabajo, que consumían sin producir, han visto llegar la hora de incorporarse a la labor general, y hoy, el rozamiento que calentaba, en pura pérdida, el eje del vagón, oprime los conos del embrague del automóvil y presta así un servicio en la industria de los transportes. Y la presión del viento, que frenaba la marcha de la locomotora, mantiene tensas sobre el aire las alas del aeroplano y le sustenta y dirige en su avance a través de los espacios.

Esa «resistencia pasiva», la «presión del aire», nos va a servir para vencer la acción de la gravedad. Utilizaremos el empuje producido por el viento, y si no le hay le fabricaremos artificialmente con una hélice análoga a la de los ventiladores eléctricos, que nos alivian del calor en el verano. Si aprovechamos el viento natural, construiremos «planeadores» como el que costó la vida del precursor Otto Lilienthal, y como esos aeroplanos sin motor que realizan hoy vuelos sorprendentes por la duración y por la distancia recorrida; pero sólo en días de viento agitado podremos elevarnos en el espacio. Y si nos fabricamos nuestro viento con una hélice que arrastre al aeroplano, podremos volar siempre, sin consultar veletas ni anemómetros; pero obligados a engendrar un viento con nuestra marcha vertiginosa, no podremos detenernos nunca, como se detiene la abeja sobre el cáliz de la flor, ni aun disminuir la velocidad de nuestro viaje sin riesgo de perder la sustentación y la vida.

Disponemos, pues, de dos medios de burlar la acción de la gravedad: mediante el globo, inflado con un gas más ligero que el aire, o mediante el aeroplano, sostenido en la atmósfera por la presión del viento. Quedan aún otros sistemas, de éxito más o menos probable, para resolver el problema de la navegación aérea, y de ellos hablaremos cuando dejemos volar nuestra fantasía por los tiempos futuros de la aviación. Por hoy hemos de contentarnos con cruzar los aires en la barquilla del dirigible o en el estrecho *fuselage* del aeroplano.

II

UN POCO DE AERODINÁMICA

LA palabra «aerodinámica» debe infundir seguramente una mezcla de respeto y terror en los lectores de este libro. No puede concebirse palabra tan sonora y significativa sin adecuado cortejo de fórmulas y ecuaciones, gráficos y figuras; pero cuando no se trata de calcular los órganos de un aeroplano, ni de buscar satisfactoria explicación a un resultado experimental, sino sencillamente de dar una idea del contenido de esa novísima rama de la mecánica, es posible prescindir del lenguaje matemático y hablar en el «romance paladino» que agradaba a Gonzalo de Berceo.

Todo el mundo ha oído hablar de las moléculas, partículas de una pequeñez inconcebible que forman, agrupadas, los cuerpos todos del universo. Esas moléculas, fuertemente enlazadas entre sí en los cuerpos sólidos, gozan de una amplia libertad en los flúidos y van de un sitio a otro en perpetuo e incesante movimiento.

Un físico inglés, Brown, observó que si se arrojaban en un líquido en reposo (un vaso de agua) partículas finísimas de polvo, se agitaban constantemente como si estuviesen animadas de vida o una fuerza misteriosa las impulsase. Pero para moverse no basta vivir: es preciso disponer de órganos adecuados para el movimiento, y las partículas del impalpable polvo no los tenían. Y en vez de inventar una fuerza misteriosa como causa de los movimientos brownianos, los físicos inventaron la teoría cinética de los gases, que ha sido después confirmada por la experiencia.

Supone esta teoría que las moléculas del agua del vaso están golpeando furiosamente sobre las partículas de polvo en suspensión, y que las moléculas del aire están también golpeando con igual furia sobre la superficie de todos los cuerpos en el aire sumergidos.

Y ¿por qué las partículas de polvo se mueven en el agua y el cuerpo de un hombre, por ejemplo, no se ve constantemente agitado por el continuo golpear de las moléculas del aire? Para contestar a esta pregunta tenemos que volver los ojos a una rama, quizás la más sugestiva, de toda la matemática: al cálculo de probabilidades.

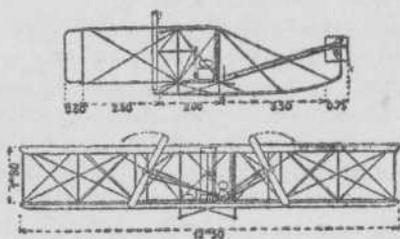
Si arrojamus una moneda al aire, no podemos predecir de antemano si va a ser cara o cruz la superficie que quede a nuestra vista. Si arrojamus diez veces al aire la moneda, es probable que sean cinco veces cara y cinco veces cruz el resultado de nuestro juego; pero pudiera suceder que fuesen siete caras y tres cruces, o nueve cruces y una cara, o cualquier otra combinación. Pero si arrojamus la moneda al aire un millón de veces podemos asegurar que serán casi iguales los números de veces correspondientes a la cara y los correspondientes a la cruz. Y al decir que son casi iguales, no nos referimos a que su diferencia sea pequeña, sino a que su relación sea la unidad. En diez jugadas pudiera ser posible que el número de caras (siete) duplicase con exceso el de cruces (tres); en un millón de jugadas tal relación es imposible; los dos números diferirán entre sí algunos millares tal vez, pero su relación será casi igual a la unidad.

Todas las anteriores consideraciones nos permiten sentar una ley que llaman los matemáticos la «ley de los grandes números», y que nosotros la enunciaremos diciendo que el cálculo de probabilidades sólo puede aplicarse con éxito cuando es grande el número de jugadas o de casos posibles.

El número de moléculas que golpea nuestro cuerpo es tan enorme que nos costaría ímprobo trabajo expresarlo con guarismos. Y del mismo modo que al considerar un millón de jugadas de cara o cruz hemos dicho que lo probable es que fuesen mitad caras y mitad cruces, lo probable será también que el número de moléculas que nos empuja hacia la derecha sea igual al que nos dirige a la izquierda, y el número de las que

tienden a levantarnos con sus golpes, igual al de las que tiendan a oprimirnos contra el suelo. Pero la partícula de polvo sumergida en el agua del vaso es muchísimo más reducida que nuestro cuerpo, y puede ocurrir, y ocurre, que las moléculas que la empujan a la derecha venzan momentáneamente a las que la oprimen en la dirección opuesta, y la partícula de polvo se ve lanzada hacia la derecha y luego hacia abajo o hacia arriba, hacia un lado o hacia otro, según las alteraciones sufridas por el número de moléculas atacantes.

El cálculo de probabilidades, sin embargo, no afirma nunca



Primer aeroplano de los hermanos Wright, con un motor y dos hélices.

la absoluta imposibilidad de un fenómeno; se limita a decir si es o no difícil que se verifique. No niega, por lo tanto, la posibilidad de que, en un momento dado, todas las moléculas de aire que golpean el cuerpo de un hombre coincidieran en dirección y le elevaran en el espacio o diesen con él en tierra. Un físico francés, Perrin, ha calculado el número de años que deben transcurrir para que se dé una sola vez ese fenómeno, y no podemos estampar aquí la cifra porque no lo consienten las dimensiones de este libro. Baste decir que tiene algunos millones de guarismos, para comprender que no puede nuestra pobre imaginación representarse tan enorme lapso de tiempo, y que podemos vivir tranquilos sin temer el unánime acuerdo de las moléculas que nos asedian y el revolcón o el salto consiguientes.

Ya conocemos la manera de obrar el aire sobre los cuerpos. Las moléculas del aire no empujan al ala del aeroplano



como la prensa de tornillo oprime las hojas del copiador de cartas, sino como el martillo del herrero golpea el trozo de hierro sobre el yunque.

Son las moléculas unos martillos pequeñísimos, pero su número es enorme y su velocidad es análoga a la de los proyectiles de cañón. Y la ley de los grandes números nos permite afirmar que unas empujarán al ala en un sentido y otras en otro; que unas la rozarán tangencialmente, otras caerán oblicuamente y otras normalmente sobre ella, y el valor total del esfuerzo tendrá la dirección media entre todas las inclinaciones, que es la perpendicular a la superficie del ala.

He aquí una consecuencia que parece a primera vista sin importancia y que, sin embargo, es la base de toda la aviación. No ha sido descubierta por un sabio tras de largos estudios e investigaciones. Unos hombres de acción la impusieron con su arrojo, y los sabios después la consagraron con su ciencia.

El filósofo inglés Newton, uno de los hombres más grandes de la historia, había calculado la resistencia del aire y había llegado a consecuencias y resultados distintos de los que acabamos de exponer. Durante mucho tiempo fué artículo de fe la teoría de Newton, y nadie puso en duda su veracidad. Y, sin embargo, de aquella teoría se deducía que el trabajo necesario para volar era cinco veces más grande de lo que es en realidad, y se deducía otra consecuencia aun más absurda: la imposibilidad del vuelo de las aves.

Pero un día se supo en Europa que los hermanos Wright volaban en América, y todo el falso edificio científico se vino abajo al soplo de las hélices de los primeros aeroplanos. Es muy posible que también la hipótesis que hemos expuesto, de una manera imperfecta, caiga por tierra ante nuevos e inesperados descubrimientos; pero gracias a ella se han realizado progresos considerables en la aviación, y eso debe satisfacernos por completo, que a las hipótesis científicas, más que la exactitud, debe exigírseles la fecundidad.

Aun podemos deducir de ella otra consecuencia provechosa. Hemos visto que la presión del viento es perpendicular a la superficie sobre que obra, y por ello colocamos casi horizontales las alas del aeroplano para que la presión sea casi verti-



Aeroplanos para pasajeros de la línea aérea Paris-Londres. (La letra G, inicial de la Gran Bretaña, indica su nacionalidad inglesa.)



cal y tienda, por lo tanto, a levantar y mantener en el aire el aparato; pero si el ala permanece inmóvil y no sopla el viento sobre ella, el empuje de las moléculas que obren sobre una cara se compensará con el de las que golpeen sobre la opuesta y la acción de la gravedad tirará sin obstáculo del ala y la mantendrá fija contra el suelo. Pero si el ala está animada de un rápido movimiento en sentido horizontal y en dirección norte, por ejemplo, las moléculas que se dirijan hacia el sur la golpearán con más fuerza que las que lleven la misma dirección que el ala, por igual motivo que es más intenso el choque de dos trenes cuando se encuentran frente a frente las locomotoras que cuando uno de ellos alcanza al otro y es el furgón de cola quien recibe el empuje de la máquina.

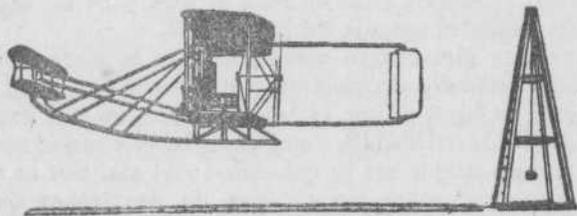
Es evidente que cuanto más rápida sea la marcha del ala mayor será el número de moléculas que encuentre en su camino, en igual tiempo, y, por lo tanto, la presión del viento es proporcional a la velocidad. Pero, además, el choque será más violento cuanto mayor sea la velocidad del ala, por lo mismo que son más desastrosos los choques de dos trenes de gran velocidad que los de otros dos vehículos de marcha más lenta.

Hay, pues, dos motivos para que la presión del viento aumente al aumentar la velocidad: el mayor número de moléculas y la mayor violencia con que chocan. Los matemáticos expresan esto diciendo que la presión del viento es proporcional al cuadrado de la velocidad. Nosotros nos limitaremos a decir que si la velocidad se duplica hay dos motivos para que se duplique la presión; es decir, que ésta se duplicará dos veces, o sea que se hará cuatro veces más grande. Y del mismo modo, si la velocidad de marcha se reduce a la mitad, la presión se reducirá dos veces a la mitad; es decir, tendrá la cuarta parte de su valor primitivo.

He aquí la explicación de esas funestas «pérdidas de velocidad» que han costado la vida a tantos aviadores. Un viraje muy ceñido, una parada del motor, una maniobra mal hecha, han disminuído la velocidad de la marcha y la presión del aire que sostenía al aparato ha disminuído también, pero en mucha mayor proporción, y, falto de apoyo el avión, ha sentido otra

vez el tirón de la gravedad, y fatalmente empujado por la atracción terrestre, ha ido a estrellarse contra el suelo.

Todavía podemos deducir otra consecuencia de la teoría cinética de los gases. Si una esfera avanza por el aire empujada por una fuerza cualquiera, no se limitará a recibir los golpes de las moléculas, sino que despedirá a éstas y las hará rebotar en todas direcciones. Un observador dotado de tan prodigiosa vista que le permitiese distinguir las moléculas de aire, vería el remolino de éstas delante de la esfera y un vacío casi completo en la estela que iba dejando en su camino. Y vería, además,



La caída de un contrapeso era la fuerza empleada por los hermanos Wright para lanzar al aire su aeroplano, hasta el 13 de noviembre de 1905, que logró elevarse por el solo empuje de las hélices.

que las moléculas lanzadas en todas direcciones por la parte delantera del globo (pues podemos suponer que fuese un globo la esfera de nuestro ejemplo) iban a rellenar el espacio desocupado a sus espaldas. Si la parte trasera del globo se alargase y se le diera al conjunto la forma de una peonza, situada horizontalmente, esas moléculas rebotadas por la parte delantera caerían sobre la otra extremidad y contribuirían con su choque a impulsar hacia adelante la marcha de nuestro globo deformado.

Un poco paradójico es a primera vista este resultado. Parece que para «cortar el aire», es decir, para moverse con más facilidad a través de él, convenía forma análoga a la de los automóviles, estrecha por delante y ancha por detrás. Y la teoría cinética de los gases afirma lo contrario: la parte delantera, la que corta el viento, puede ser una semiesfera, y la parte pos-

terior, la que ha de recibir el empuje de las moléculas rebotadas, debe ser fina y alargada.

Es cierto que los automóviles, contruidos por el hombre, tienen una forma inversa a la preconizada por la teoría; pero, en cambio, las aves, que tienen un proceso de selección y adaptación al medio de millares de años, presentan esa forma precisamente y tienen redondo el buche y alargada la cola.

Pero no nos entusiasmemos demasiado con el éxito de la teoría cinética de los gases. No bastan las explicaciones satisfactorias ni las coincidencias felices. Bien está la obediencia a la teoría, pero es preciso confrontarla a cada momento con la práctica, si no se quiere que deje de ser un auxiliar poderoso para convertirse en un guía falso.

Y para comprobar las predicciones y consecuencias de la teoría están los laboratorios aerodinámicos. Consisten estos enormes aparatos en unos túneles de gran diámetro (tres metros tiene el del Laboratorio de Cuatro Vientos) por el que se lanza una corriente de aire mediante el rápido movimiento de una hélice. Dispónese así de una fuerte corriente de aire y en ella se colocan cuerpos de diversas formas y dimensiones, y mediante unos ingeniosos aparatos se mide la presión ejercida sobre ellos por el viento.

Y así se han comprobado unos principios y se han rectificado otros, y se ha visto que no es sólo la extensión del ala y la velocidad del viento quienes deciden la mayor o menor resistencia, y por lo tanto la mayor o menor sustentación, sino que la forma del ala y su inclinación respecto a la dirección de la corriente de aire tiene también una importancia decisiva.

El perfil de las alas del aeroplano y la forma de la envolvente del dirigible no son cosas que puedan dejarse al capricho del constructor, ni sacrificar al efecto estético del avión o la aeronave. Los ensayos del laboratorio facilitan una serie de datos y de cifras que permiten encontrar en cada caso la forma que dará mayor sustentación al aeroplano o que ofrecerá menos resistencia para la marcha del dirigible.



III

EL AEROPLANO

ANTES que el primer aeroplano despegase del suelo y se lanzase al aire ya había sido cruzado éste por los globos libres y los dirigibles, y desde este punto de vista es más moderno el avión que la aeronave. Pero antes de que los hermanos Montgolfier concibiesen su idea genial, el hombre había visto volar a las aves y había querido vanamente imitarlas con diversos sistemas y artificios, y compuso la fábula de Ícaro y trazó Leonardo de Vinci sus maravillosos dibujos de alas articuladas. Por eso hablamos antes del aeroplano que del dirigible, porque fué el primero en la mente de la humanidad, aunque haya sido el segundo en la realización material de su sistema.

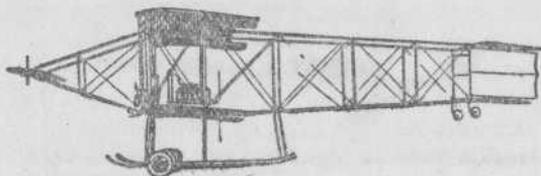
Y antes de ver cómo funciona y por qué se sostiene un aeroplano, vamos a contestar a una pregunta que casi todos nos hemos formulado interiormente: ¿Por qué no imita el hombre a las aves, y, ya que la teoría cinética de los gases ha confirmado la excelencia de su forma corporal para deslizarse a través de los espacios, no se siguen también sus procedimientos de vuelo y se baten las alas como las águilas y se planea como las golondrinas y las gaviotas?

Hay dos motivos que se oponen a ello. El primero es la «ley de la escala». Tratemos de explicarla sucintamente. Hemos dicho que la sustentación de un aparato volador depende, entre otras cosas, de la extensión superficial de sus alas. Y la extensión de esa superficie depende de dos cosas: del ancho y del largo del ala. El peso de un aparato depende evidentemente de

su tamaño, y éste, a su vez, depende de tres cosas: del ancho, del largo y del espesor.

Supongamos ahora que construimos un águila artificial, de una substancia enteramente igual a la de las águilas naturales, pero de doble tamaño en las tres dimensiones: ancho, largo y espesor.

Las alas de nuestra águila artificial serán cuatro veces más grandes que las del modelo, pues se habrán duplicado una vez al hacerse dos veces más anchas y otra al hacerse dos veces más largas. La sustentación será, pues, cuatro veces más grande.



Aeroplano «Farman» de hélice propulsora (es decir, que empuja el aparato en vez de tirar de él).

En cambio, el tamaño total, y por lo tanto el peso, se habrá duplicado tres veces (una al duplicarse cada una de las tres dimensiones) y será ocho veces mayor que antes. Nuestra águila no podría volar, pues si su fuerza sustentadora se había hecho cuatro veces más grande, en cambio su peso—que debía ser soportado por aquella fuerza—era ocho veces mayor.

Un ser viviente está, pues, en tantas mejores condiciones para volar cuanto más pequeño es su tamaño. El águila y el cóndor están probablemente en el límite de tamaño máximo que es dado alcanzar a quienes pretenden surcar libremente el aire. Y mejor que ellos vuela la golondrina, y mejor aún que ésta la abeja y la mosca y el mosquito.

Además de su pequeñez relativa, disponen las aves de algo que difícilmente logrará el hombre, si es que lo logra alguna vez. Las alas de las aves son sensibles y se adaptan en cada momento a las circunstancias del medio ambiente y toman respecto al aire la inclinación que les permite volar con el máximo rendimiento.

El hombre, demasiado voluminoso y sin medios de apreciar la intensidad y la dirección del viento con la rapidez necesaria, ha de buscar otros caminos para imitar en sus vuelos a las aves. Su fuerza es insuficiente para producir un viento que haga elevarse unas alas artificiales, y al cambiar las condiciones del problema cambia también el modo de atacarle y resolverle.

Supongámonos en pie sobre el techo de un vagón de ferrocarril con un tablero de dibujo en nuestras manos. Si colocamos el tablero verticalmente notaremos la presión del viento que le



Aeroplano «Veisin» con tabiques para lograr la estabilidad lateral.

empuja, horizontalmente, hacia atrás; pero si lo vamos inclinando poco a poco hacia adelante, notaremos que esa presión tiende a echarlo hacia atrás con menos fuerza y, en cambio, intenta levantarlo hacia arriba. Y si continuamos nuestro experimento (análogo a los que se hacen en los laboratorios aerodinámicos) encontraremos una posición del tablero, casi horizontal, para la cual el empuje hacia arriba es muy grande y el empuje hacia atrás es muy pequeño.

Y, sin más averiguaciones, vamos a construir un aeroplano. Construiremos un «cuerpo fuselado», especie de canoa, con la forma preconizada por la aerodinámica, y la soportaremos por ruedas y un patín de madera. En su parte frontal, un motor de explosión y una hélice análoga a la de los ventiladores eléctricos, y un poco detrás dos alas, dos superficies planas inclinadas en la forma aconsejada por nuestro experimento sobre el techo del vagón de ferrocarril.

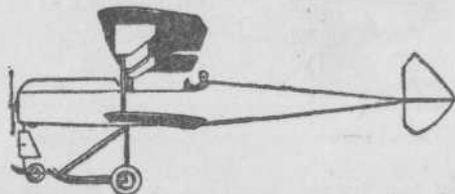
La hélice, impulsada por el motor, tira del aeroplano como tira del buque la hélice que golpea sobre las aguas, y el aparato empieza a correr por el campo de aviación.

La presión del viento le empuja un poco hacia atrás y con

más fuerza hacia arriba. El empuje horizontal es vencido por el tirón de la hélice y el tirón de la atracción terrestre es vencido por el empuje vertical de la presión del viento. Nuestro aparato despegará del suelo e irá poco a poco elevándose en el aire.

Pero no vamos a repetir la aventura de Pilatre de Rozières y del Marqués de Arlandes, cuando se lanzaron en un montgolfier empavesado para ir adonde las corrientes de aire quisieran conducirles. Nosotros aspiramos a orientarnos en el aire a nuestro capricho y necesitamos subir, bajar y virar a nuestro antojo. Y para ello le hemos añadido al aparato una cola horizontal y un timón vertical.

Una palanca, colocada al alcance de nuestra mano, nos per-



Aeroplano «Breguet» de alas elásticas.

mite variar la inclinación de la cola. Si ésta es horizontal no presentará resistencia al viento; pero si la colocamos en una posición análoga a la de las alas, sufrirá, como éstas, un empuje hacia arriba, y el aparato, al levantar la cola, bajará la cabeza o «picará». Por el contrario, si las inclinásemos en dirección opuesta, el empuje será hacia abajo, y al descender la cola subirá la cabeza, «encabritándose» el aparato como un caballo refrenado bruscamente por su jinete.

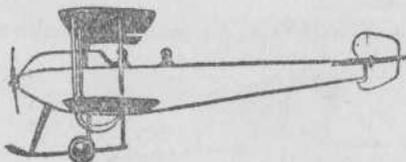
De un modo análogo, el timón (parecidísimo en su manejo al de un buque de vapor o un bote de remos) nos permitirá virar hacia la derecha o hacia la izquierda, y haríamos sin peligro alguno esta operación si la velocidad del aeroplano no fuese tan extraordinariamente grande.

Los aeroplanos, como han de sustentarse por la presión del viento y ésta exige para su generación una velocidad muy



grande, han de marchar a razón de muchos kilómetros por hora (120, 200 y hasta más de 300 en algunos aparatos), y ello da lugar a que se desarrollen unas fuerzas que todos hemos experimentado al hacer un viraje en tren, en automóvil o en tranvía, y que la mecánica ha bautizado con el nombre de fuerza centrífuga.

Para obviar los efectos de esta fuerza se levanta un poco más el carril exterior que el interior en las curvas de las vías férreas (lo que se llama en el *argot* ferroviario el *peralte* de la vía), en los velodromos se le da una marcadísima inclinación a



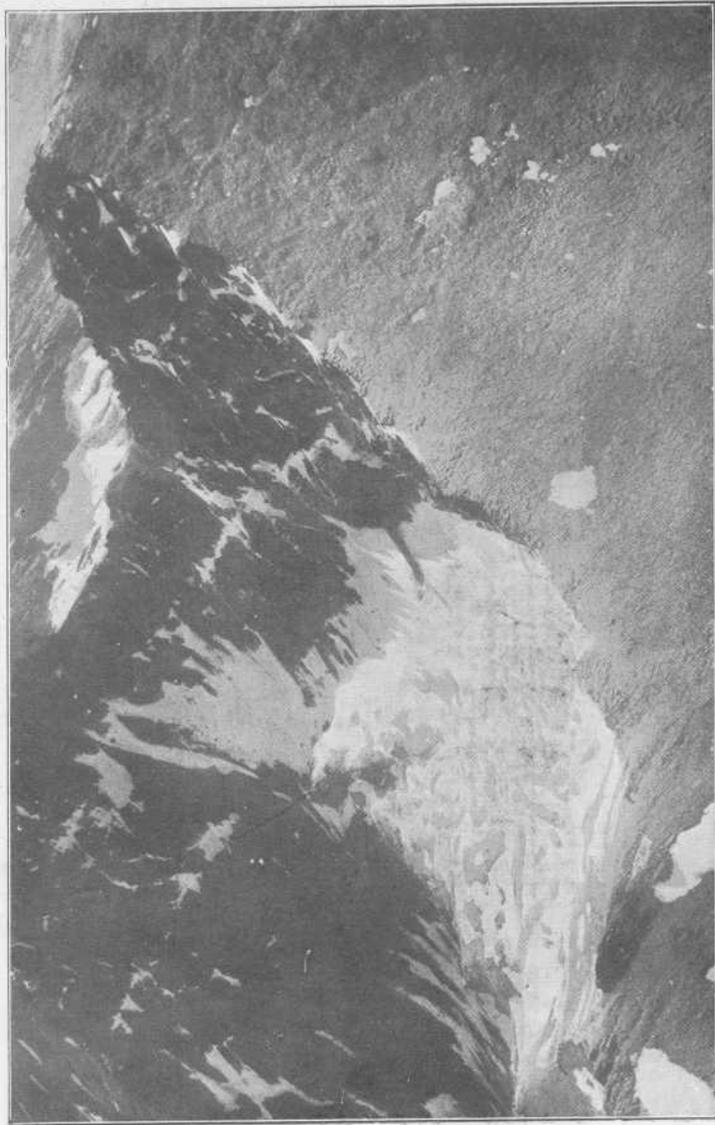
Aparato inglés «Avro» para la enseñanza de pilotos.

la pista cuando cambia su dirección, y el ciclista que toma un recodo de la carretera se inclina hacia el suelo, no sin riesgo de su persona y de su máquina.

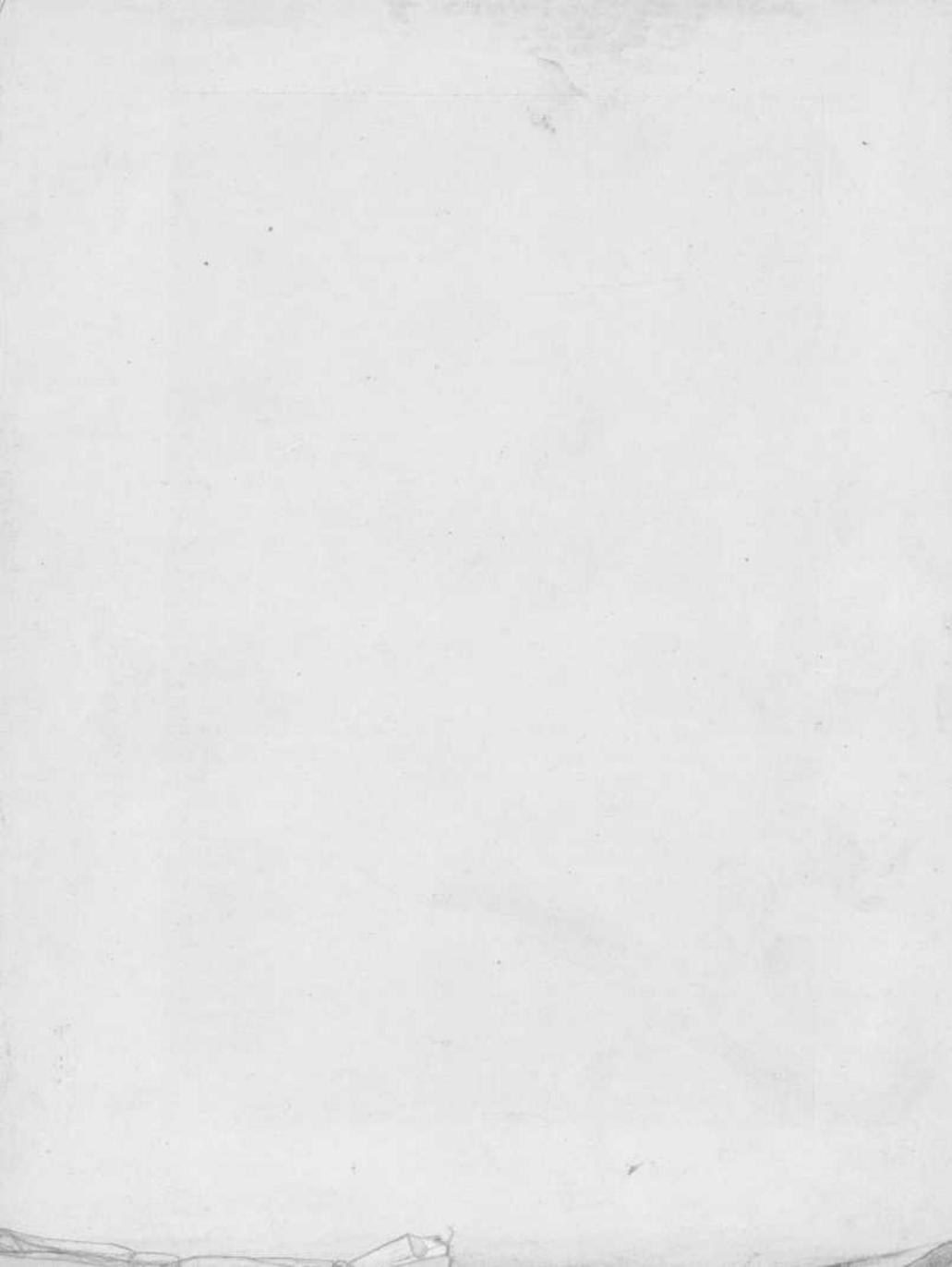
Es preciso, por lo tanto, que, al hacer un viraje en aeroplano, nos inclinemos también como el ciclista y lo mismo que si corriésemos sobre invisibles carriles aéreos peraltados como las férreas vías de los trenes de vapor o eléctricos, y para ello necesitamos levantar una de las alas, al mismo tiempo que bajamos la otra.

La solución aparece inmediatamente a nuestra vista. La presión del viento sobre el ala depende, entre otras cosas, de su inclinación respecto al viento, de lo que se llama en aerodinámica su ángulo de ataque. Bastará alterarlo en ambas alas para que una reciba más empuje que la otra y el aparato se *caerá* hacia un lado o hacia otro.

Pero esta solución, que es la mejor teóricamente, no es la más práctica. Las alas fácilmente alabeables son de más difícil construcción que las rígidas, y se ha recurrido a los *alerones*, pequeñas porciones de la superficie total del ala que pueden

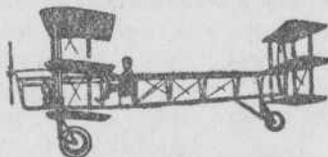


Pico de Mulhacén, el más alto de España (3.481 m.), visto desde un aeroplano a 4.000 m. de altitud.



separarse de ésta a voluntad del piloto, disminuyendo o aumentando la presión ejercida por el viento sobre el conjunto de la superficie sustentadora.

Si quisiésemos medir un aeroplano para determinar la capacidad del cobertizo en que habíamos de alojarle tomaríamos nuestras medidas a lo largo de tres ejes principales: desde la hélice a la cola, de extremo a extremo de ala, y desde las ruedas del tren de aterrizaje hasta la parte más alta del aparato. Tenemos medio de hacer girar nuestro aeroplano alrededor de esos tres ejes; los alerones sirven para que gire alrededor del primero; la cola (el timón de profundidad), para que gire alre-



Triplano «Avro», primitivo.

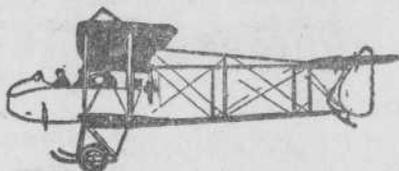
dedor del segundo, y el timón de dirección, para que lo haga alrededor del tercero.

Pero esos giros pueden producirse por causas ajenas a la voluntad del piloto y, especialmente el primero y el segundo, prolongarse hasta desequilibrar el aparato y dar con él en tierra. Un aparato que no se desequilibra nunca, que recobra siempre su primitiva posición, aunque fuese zarandeado por el viento y abandonado por las manos del piloto, fué durante algunos años ideal de muchos inventores, que creían lograr con sus combinaciones y mecanismos, más o menos ingeniosos, la absoluta seguridad de los vuelos en aeroplano.

Y la estabilidad absoluta se ha logrado y el premio ofrecido en Francia fué ganado por el aparato Sperry con un experimento emocionante. El piloto abandonó los mandos y levantó sus dos manos como los ladrones de película sorprendidos por el detective, y el pasajero abandonó su asiento y se montó sobre una de las alas, sin que el aparato alterase por ello su vuelo seguro y majestuoso.

Y a pesar de ello, los aviadores han seguido matándose, y los constructores de aeroplanos no han utilizado el aparato giroscópico de Sperry.

Porque la experiencia ha demostrado que una exagerada estabilidad era más perjudicial que útil. Por mucha que fuese la sensibilidad de los aparatos empleados para lograrla, siempre tardaban algo en enderezar al aeroplano torcido en una dirección cualquiera, y si el viento era a rachado y soplaban tan pronto en un sentido como en otro, corríase el riesgo de que cuando el aparato estabilizador empujaba al aeroplano hacia la izquierda—para contrarrestar una ráfaga de aire que lo derribaba hacia la derecha—cambiase la dirección del viento y recibiera el



Aeroplano «Farman» de varias plazas.

avión dos empujones simultáneos hacia el mismo lado, que determinaban su desequilibrio y su caída.

Además, todas esas hazañas deportivas, inútiles y peligrosas en las fiestas de aviación, pero indispensables en la batalla aérea, cuando la vida del piloto depende de la velocidad con que vira y se aleja o se acerca a su adversario, serían imposibles en aparatos autoestables. El aparato de Sperry habría perecido en el primer encuentro con un mediano aparato de caza de escasa estabilidad.

No quiere esto decir, sin embargo, que deba prescindirse de la estabilidad del aeroplano. Lo que debemos hacer es no encargársela solamente al constructor, sino confiar una buena parte de ella en las manos y en la habilidad del piloto.

Decía el capitán Ferber que para ser un aeroplano estable debían sus alas adoptar la forma de una V desde cualquier punto que se le mirase. Un observador, en pie delante de la

hélice del aparato, debía ver las dos alas formando una V muy abierta; los trazos de la V eran las dos alas y el *fuselage* era su punto de unión. Otro observador que lo contemplase desde el aire—a vista de pájaro—debía también ver una V formada por las alas, que se desviaban hacia detrás lo mismo que las alas de una mosca. Y, por último, quien contemplase de perfil al aeroplano debía también ver una V, mucho más abierta que las dos anteriores, formada por el perfil del ala y el *fuselage*.

Hemos hablado hasta ahora de aparatos dotados de dos alas como los pájaros; es decir, con un solo plano sustentador que justifica su nombre de *monoplanos*; pero nada impide que le pongamos dos planos sustentadores (*biplanos*) o más aún (*triplanos, multiplanos*). Con decir que todas las aves son aparatos monoplanos ya está dicho que es este sistema el de mejor rendimiento; pero al hombre se le presentan en el aire distintos problemas que a los pájaros y puede ofrecerle ventajas el empleo de los biplanos o multiplanos.

Parece a primera vista que cuanto mayor fuera el número de planos mayor sería la sustentación del aparato a igualdad de envergadura (distancia de extremo a extremo de las alas), pero son varias las razones que se oponen a esta multiplicación de los planos sustentadores.

En primer lugar, al construir un aeroplano no sólo hay que tener en cuenta los principios de la aerodinámica, sino los de la resistencia de materiales. Y otra vez nos sale al encuentro la ley de la escala con sus restricciones; no podemos aumentar indefinidamente las dimensiones de un aparato volador, como no podemos aumentar de un modo indefinido el vano de las vigas de los puentes.

Un puente muy largo exigiría una cantidad enorme de hierro y pesaría tanto que no podría soportar su propio peso, y daría en tierra con sus vigas y sus remaches. Un aeroplano gigante exigiría motores tan pesados y tan gran cantidad de materiales, que no lograría despegar del suelo, como no logró perder el contacto con el agua el colosal aparato de Caproni destinado a transportar cien hombres en sus entrañas.

Un ala muy larga se doblaría con más facilidad por la arista de unión al *fuselage* que dos alas más cortas y que ofreciesen

igual superficie al viento. Hasta aquí la resistencia de materiales se inclina en favor de los biplanos y triplanos.

Pero un ala de avión no se sostiene en el aire solamente por la presión del viento. Hemos dicho que las moléculas se arremolinan debajo de ella, empujándola, y, en cambio, dejan un vacío en su parte de atrás, que en este caso es la cara superior del ala. Y ese vacío tira del ala hacia arriba como tira de la horchata o del limón el vacío que hacen nuestros pulmones en el canutillo de paja o de barquillo.

En los laboratorios de aerodinámica se han medido la presión del viento sobre la cara inferior del ala y la succión del vacío sobre la cara superior, y se ha visto que ésta es aproximadamente triple que aquélla. Es decir, que Eolo, el dios del viento, sujeta en el aire las alas de los aeroplanos como sujetamos nosotros un papel de fumar en nuestra boca, sin más que efectuar una fuerte aspiración.

Y ahora viene la aerodinámica a aconsejarnos que no multipliquemos los planos sustentadores. El ala de arriba trabajará como la de un monoplano, y tendrá su vacío por arriba y su remolino de moléculas por abajo; pero estas mismas moléculas perturbarán, ocupándole, el vacío que se había formado sobre el ala inferior y ésta perderá con tal motivo una buena parte de su sustentación. Entre un monoplano y un biplano, con igual extensión de alas, el monoplano podrá llevar más carga o alcanzar mayor velocidad.

Digamos, para terminar este capítulo, algunas palabras acerca de las hélices. Cuando hablamos de la resistencia del aire y pusimos el ejemplo del tablero de dibujo mantenido con nuestras manos sobre el techo del vagón, dijimos que notábamos dos esfuerzos sobre la superficie de madera: uno que tendía a elevarle y otro a empujarle hacia atrás. Las alas del aeroplano sufren también esos dos esfuerzos: uno que las eleva y las sustenta y otro que tiende a hacerlas retroceder y que vamos a vencer mediante el empuje de la hélice. El ala será mejor (tanto más *fina* dicese en aerodinámica) cuanto mayor sea el empujón hacia arriba y menor su tendencia al retroceso. En los laboratorios de aerodinámica se han ensayado diferentes perfiles de ala, y uno de ellos (el núm. 32 de Eiffel) ha dado una

relación de 20 para los dos esfuerzos; es decir, que si el empuje hacia arriba era de 20 kilogramos, el empuje hacia atrás era solamente de un kilogramo. En un aparato completo, provisto de alas, *fuselage*, motor, cola y timones, la relación es más pequeña y viene a ser aproximadamente igual a siete. Si el aparato pesa 1.000 kilogramos, el empuje hacia arriba debe ser exactamente igual a 1.000 y el empuje hacia atrás será la séptima parte, o sea cerca de 143 kilogramos, que deberán ser vencidos con el tirón de la hélice.

¿Cómo produce ese tirón la hélice? Del mismo modo que la explosión del cartucho del cohete tira de la caña y la remonta por el aire. En el cohete, los gases producto de la explosión le abandonan precipitadamente y le empujan hacia arriba. En la hélice, las palas golpean el aire y arrojan miriadas de moléculas, que la empujan hacia adelante como los gases del cohete.

La hélice, por lo tanto, no es mas que un conjunto de palas que golpean al aire. Pueden ser dos, tres o cuatro para que se equilibren sus efectos y el empujón coincida con el eje del aparato. Si fuese una sola, cambiaría a cada instante la dirección del esfuerzo y el aeroplano se encontraría sometido a una serie de golpes que pronto darían cuenta de su vida.

La pala de la hélice no debe caer normalmente sobre el aire. Debe formar con la dirección del viento el ángulo de ataque que dan como mejor los ensayos del laboratorio. Pero el viento es aquí producido por el rápido movimiento de la hélice (suele dar unas 1.500 revoluciones por minuto), y no todos los puntos de la hélice están animados de igual velocidad, pues los extremos recorren en una sola vuelta un camino más grande que el recorrido en el mismo tiempo por otro punto más próximo al eje de rotación. La pala no será plana, por lo tanto, y tendrá una forma alabeada para que cada punto de su borde de ataque corte al aire bajo el ángulo de máximo rendimiento.

Ya tenemos completo nuestro aeroplano, con sus alas, su cola, su timón y su hélice. Unas ruedas de automóvil y un patín de madera lo mantienen firme en tierra y le permiten correr por el campo de aviación al emprender o al rendir el viaje. Le falta solamente el motor; pero parte tan esencial de su organismo merece capítulo aparte.

IV

EL MOTOR DE AVIACIÓN

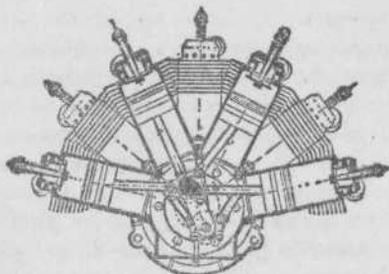
EL desarrollo del automovilismo ha hecho vulgares palabras y conceptos que antes estaban reservados solamente para uso de los iniciados en la mecánica. Todo el mundo habla hoy de los caballos de vapor como hablaban nuestros abuelos de los caballos de silla o de las mulas de tiro, y no son pocos los que conocen su exacta equivalencia. Porque un caballo de vapor representa bastante más que un caballo con crines y pezuñas, y la semejanza de sus nombres es debida a un cervecero inglés que no quiso comprar una máquina de vapor a Watt sin saber antes a cuántos caballos de sangre equivalía el artefacto que le entregaba el inventor.

Digamos, para los que no estén versados en mecánica, que el caballo de vapor supone el trabajo necesario para elevar 75 kilogramos a la altura de un metro en un segundo. Un hombre medianamente corpulento, con un peso de 75 kilogramos y subiendo las escaleras de una casa, a razón de cuatro o cinco escalones en cada segundo, desarrollaría la potencia de un caballo de vapor, pero probablemente no podría pasar del piso entre suelo con ese régimen de marcha. En un régimen normal de trabajo, un hombre bien constituido puede desarrollar la décima parte, aproximadamente, de un caballo de vapor.

En el capítulo anterior hemos hablado de un aparato que pesaba 1.000 kilogramos y necesitaba una fuerza de 143 kilogramos para moverse. Redondeemos la cifra y dejémosla en 150 para mayor comodidad de nuestro cálculo. Si marchase con

una velocidad de 180 kilómetros por hora, que son 50 metros por segundo (1), podemos calcular los caballos necesarios mediante unas sencillas operaciones aritméticas.

Si la velocidad fuese solamente de un metro por segundo, esos 150 kilogramos exigirían dos caballos (uno por cada 75 kilogramos) para desplazarse. Pero como es de 50 metros por segundo, el número de caballos será cincuenta veces mayor, o sea 100. Y como hacen falta 10 hombres para rendir la potencia de un caballo, deberíamos llevar a bordo 1.000 hombres, un regimiento, si quisiésemos mover con fuerza muscular las aspas de la hélice.



Motor de aviación R. E. P.

Pero como nuestro aeroplano eleva solamente 1.000 kilogramos, y ese millar de galeotes, forzados a dar vueltas a la hélice, pesarían, por lo menos, 60.000 ó 70.000 kilogramos (suponiendo que cada hombre pesase sólo 60 ó 70 kilogramos), he aquí, expuesta en pocas palabras y escasas cifras, la imposibilidad de volar por el solo esfuerzo de los músculos humanos.

Para que nos sirva de punto de comparación en nuestras investigaciones por otros derroteros fijemos el peso necesario para obtener un caballo de vapor con el motor humano. Hemos

(1) Es fácil ver que 180 kilómetros en una hora es lo mismo que 180.000 metros en los 3.600 segundos de la hora, o sea (dividiendo 180.000 entre 3.600) 50 metros cada segundo.



dicho que hacen falta 10 hombres, y admitiendo 70 kilogramos como peso medio, obtenemos la cifra de 700 kilogramos por caballo.

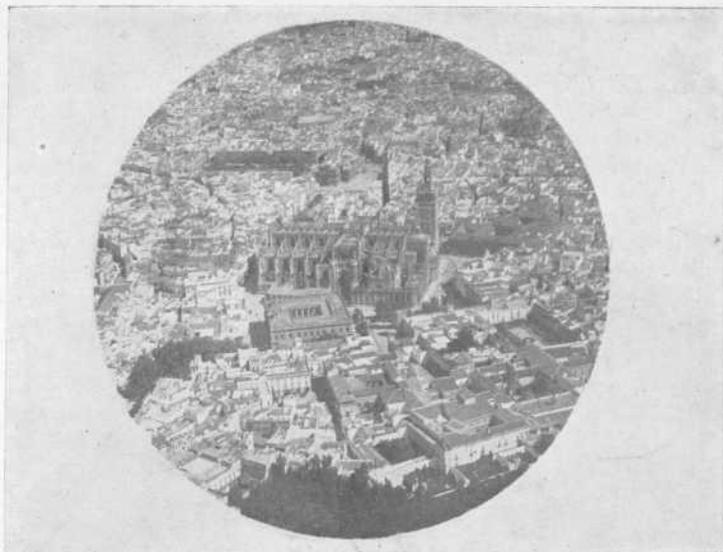
Hace tres cuartos de siglo, Henry Giffard, inventor del aparato para inyectar agua en las calderas que usan aún nuestras locomotoras, trató de obtener un motor ultraligero para aquella época (1852) y construyó una máquina de vapor de tres caballos, que pesaba sólo 159 kilogramos. Cada caballo exigía, por lo tanto, 53 kilogramos de peso, notable progreso sobre el motor humano, que no le permitió resolver de lleno el problema de la dirección de los globos, pero que le sirvió para verificar experimentos interesantes.

Más recientemente, Maxim ha construído motores de vapor de 363 caballos que sólo pesan 545 kilogramos, pero cada caballo exige para funcionar durante una hora un peso de 15 kilogramos de carbón en el hogar; en total, unos 18 kilogramos por caballo. Y todavía es demasiado pesada esta caballería para transportarla en el ligero *fuselage* de un aeroplano.

El motor de explosión, que ha hecho popular el automóvil, vino a resolver de lleno la dificultad. Su *potencia másica* (es decir, el peso necesario para obtener un caballo) es igual a 1. El motor de 100 caballos que necesitábamos para nuestro aeroplano pesaría sólo 100 kilogramos, contra los 1.700 que pesaría el de Maxim, los 5.300 el de Giffard y los 70.000 el humano. El paso ha sido de gigante y se ha salvado el obstáculo que se oponía al vuelo mecánico del hombre.

Además, la gasolina es un verdadero «comprimido de energía». Con sólo un kilogramo hay suficiente para alimentar tres caballos de vapor durante más de una hora. Treinta kilogramos bastarían para que nuestro aeroplano de 1.000 kilogramos de carga total y 100 caballos en el motor volase durante una hora, salvando una distancia de 180 kilómetros.

Pero también presenta algunos inconvenientes. La gasolina, por sí sola, no es un explosivo, como la pólvora o la nitroglicerina. Necesita mezclarse con el oxígeno, y cada kilogramo de gasolina precisa 19 kilogramos de aire para producir la fuerza que ha de impulsar los émbolos del motor y la hélice del aeroplano.



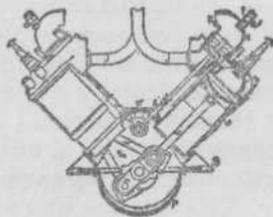
Arriba: Vista de Sevilla desde un aeroplano, a 800 m. de altura. Abajo: Aeroplano español (M) militar (M), tipo «Breguet» (B) de reconocimiento, con ametralladora. (Las restantes letras corresponden a la serie y al número del aparato.)

No parece esto un grave defecto, pues el aire está siempre al alcance del motor; pero a medida que va elevándose el aeroplano, el aire está más enrarecido y los tres kilogramos de oxígeno, que proporcionaban antes con abundancia los 19 kilogramos de aire, empiezan a escasear y comienza a disminuir la potencia del motor. A 5.000 metros de altura un motor de 100 caballos sólo desarrolla 50, y como, además, es más pequeño el número de moléculas que chocan contra las alas del aeroplano, hay dos motivos para que éste se sustente peor y cese en su marcha ascensional. Lo que se llama en aviación el *techo* del aeroplano es la altura máxima a que le permite elevarse la potencia de su motor.

Para aumentar este *techo* se ha recurrido a dos procedimientos. Primeramente se disponían los motores de modo que admitieran más de los 19 kilogramos de aire necesario para cada kilogramo de gasolina. El aparato funcionaba mal a ras de tierra, pues la mezcla explosiva era pobre en gasolina, y sólo cuando alcanzaba una altura considerable marchaba con regularidad el motor.

Esta solución tan poco científica fué sustituida más tarde por la adición de un aparato auxiliar, el turbocompresor, especie de bomba que comprime el aire enrarecido—mantiene constante la proporción del oxígeno que iba a mezclarse con la gasolina.

Y esta cuestión del *techo* ha dado lugar a un error en que han incurrido personas de gran autoridad científica. No es sólo al aviador militar—decían—a quien interesa elevarse extraordinariamente, huyendo o persiguiendo a su adversario; es también a la aviación comercial, al *aerobús* cargado de viajeros, a quien le interesa subir lo más alto posible. En las elevadas regiones de la atmósfera el aire enrarecido opone escasa resistencia al avance del aeroplano, y se podrán desarrollar velocidades considerables. Los 400 ó 500 kilómetros de velocidad serán cosa fácil a los 10.000 ó 15.000 metros de altura, y la rapidez de



Motor de aviación «Antoinette».

comunicaciones aéreas adquirirá caracteres fantásticos e inverosímiles.

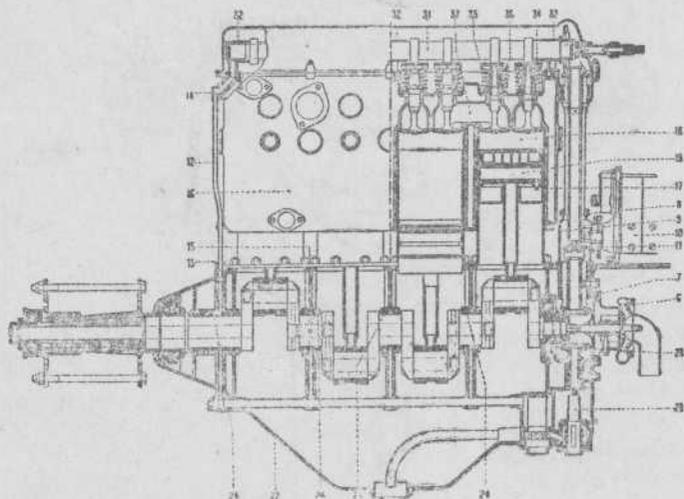
Desgraciadamente, un poco de reflexión echa por tierra tales ilusiones. La escasez de moléculas ofrecerá escasa resistencia al avance; pero también proporcionará poca sustentación, y para nosotros es indispensable que la fuerza sustentadora sea exactamente igual al peso del aparato, pues de lo contrario caeríamos a tierra. Hemos visto antes que entre la sustentación y la resistencia hay una relación constante, que depende de la *finura* del ala y que en nuestro ejemplo era igual a 7; de modo que si la sustentación ha de ser siempre igual al peso del aparato, vuela alto o vuela bajo, la resistencia al avance será siempre la misma en ambos casos. Si debemos sustentar 1.000 kilogramos, la resistencia al avance será de 143 kilogramos, y para que los metros recorridos en cada segundo fuesen más de los 50 que habíamos supuesto en nuestro ejemplo sería preciso que la potencia del motor aumentase en las alturas por arte de encantamiento, y ya hemos visto que sucede todo lo contrario y tenemos necesidad de reanimarle con inyecciones de aire comprimido por el turbocompresor, como se anima al enfermo extenuado por la anemia o rendido por el dolor.

Esta relación entre el esfuerzo sustentador y la resistencia al avance es una barrera que reduce y limita el radio de acción de los aeroplanos. Hemos visto que los caballos del motor nos permiten vencer una resistencia de algunos kilogramos durante un camino de unos cuantos metros. Cuantos menos sean los kilogramos más serán los metros, mayor nuestra velocidad y más grande la duración de nuestro viaje. Un aparato de gran *finura* de ala tendrá más radio de acción que otro semejante pero cuyas alas sean, desde ese punto de vista, de calidad inferior.

Poco cabe esperar en ese sentido de la inventiva de los constructores. Es posible que con otros sistemas de aviación se alcance la elevación de mayores pesos con menores resistencias al avance; pero con el aeroplano, tal como hoy lo concebimos y lo construimos, si no se ha llegado al límite óptimo de la *finura*, no nos falta mucho para alcanzarlo.

Pero hay algo susceptible de perfeccionamiento, y es la

cantidad de gasolina absorbida por cada caballo del motor. Hemos dicho que cada caballo de vapor necesita 300 gramos para galopar durante una hora, y si llevásemos 30 kilogramos en nuestro depósito de esencia podríamos alimentar durante diez horas el motor de 100 caballos. Si esos 300 gramos se redujesen a 100, la duración de nuestro paseo por el aire se triplica-



Motor de aviación «Hispano Suiza» de 180 HP. Corte longitudinal.

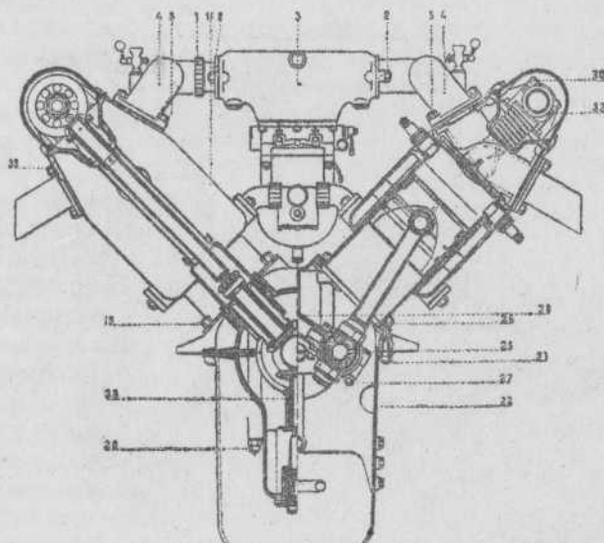
ría, y a 180 kilómetros por hora salvaríamos una distancia de 540 kilómetros, en vez de los 180 a que estábamos antes reducidos.

Y esto es teóricamente posible, porque hoy apenas aprovechamos la quinta parte de la energía almacenada en la gasolina. Al correr con el automóvil por la carretera o al cruzar los aires con el aeroplano hacemos un verdadero despilfarro, análogo al de quien diese un billete de cien pesetas para recibir cuatro duros en cambio y se quejase luego de la escasez de monedas en su bolsillo. Nuestro motor es un malísimo cambiante de moneda, a quien entregamos la energía química de la gasolina para que nos la devuelva convertida en energía me-



cánica, y se queda, como premio a su trabajo, con las cuatro quintas partes de lo recibido.

Sólo tiene disculpa su conducta si se le compara con el motor de vapor, que, en los mejores casos, sólo devuelve la décima parte de la energía que recibe para transformar; y si se leen en los libros de termodinámica las leyes inflexibles a que



Motor de aviación «Hispano Suiza» de 180 HP. Corte transversal.

está sometida esa operación de transformar la energía almacenada en el carbón o en el petróleo en algo vivo y animado que empuje la locomotora sobre sus carriles o haga batir las alas de la hélice.

Un sabio francés, Carnot, dedujo una fórmula, que no estampamos aquí a pesar de su extrema sencillez, con la que se demuestra que el rendimiento, es decir, la relación entre la energía aprovechada y la total sujeta a la transformación, crecía cuando trabajaban los aparatos motores entre grandes diferencias de temperatura. En la máquina de vapor ordinaria apenas

se alcanza la temperatura de 200° , en la caldera, sobre la del condensador o la de la atmósfera, y, en cambio, en el motor de explosión pasa de 1.000° la temperatura en la culata del cilindro. A esto es debido el mejor rendimiento del último sobre el primero.

No se limitó Carnot a fijar el límite máximo del rendimiento, sino que dijo además el camino que había de seguirse para lograrlo. Lo malo es que sus reglas, claras y sencillas en los libros, son de una complicación extremada cuando se trata de seguir las en el taller de construcción.

Vamos a ver cómo funciona hoy un motor de aviación y cómo debía hacerlo, para mejorar su rendimiento, con arreglo a los consejos de Carnot.

En esencia, el motor de aviación es el conjunto de varios motores idénticos, y cada uno de éstos se compone de un cilindro, al que se ajusta exactamente un émbolo, especie de fondo móvil que altera, al deslizarse, la capacidad interior del aparato. Dos orificios, con válvulas accionadas mecánicamente, ponen al cilindro en comunicación con la tubería por donde llega la mezcla de aire y gasolina pulverizada y con el tubo de escape por donde han de salir al exterior los gases producto de la explosión. Una bujía eléctrica, incrustada en la culata fija del cilindro y accionada por una máquina magnetoeléctrica, hace saltar oportunamente la chispa y provoca la explosión de la mezcla gaseosa.

El émbolo, situado cerca de la culata, se aleja de ella y sorbe a través del orificio correspondiente la mezcla de aire y gasolina que se formó en el carburador. Retrocede al llegar al extremo de su carrera, y mientras las válvulas cierran los dos orificios comprime la mezcla que acaba de captar. Al terminar su retroceso estalla la chispa eléctrica entre los extremos de la bujía y avanza bruscamente el émbolo, furiosamente empujado por la explosión de los gases. Y cuando ha llegado al límite de su carrera se abre el orificio de salida y el émbolo, en su retroceso, barre el despojo inútil de la explosión y van los gases a perderse en el espacio, atravesando la tubería de escape en el aeroplano o los tortuosos conductos del «silenciador» en el automóvil.

Si sometiésemos este proceso, este *ciclo* que se dice en termodinámica, a la alta autoridad de Carnot, nos daría varios consejos para que lográsemos aumentar el rendimiento. Nada tendría que decir acerca del modo de admitir la mezcla, ni del de expulsar los gases productos de la explosión. Quizás nos aconsejase que adelantásemos la chispa o la abertura del orificio de salida, como los acomodadores del teatro abren las puertas antes de terminar el espectáculo para facilitar la salida del público. Pero se fijaría principalmente en la segunda y en la tercera fase: en la compresión de la mezcla y en la explosión seguida de la loca carrera del émbolo.

Según él, debíamos arreglarnos de modo que al empezar a comprimirse la mezcla no aumentase su temperatura. Esta se elevaría forzosamente por efecto de la compresión; pero nosotros podíamos absorber el calor desarrollado, mediante un cuerpo frío, una garrafa con hielo, puesta en contacto con el cilindro. Sería de gran importancia que las paredes dejaran pasar libremente el calor, es decir, que fueran buenas conductoras.

Pero antes de que llegase el émbolo al final de su carrera, en un punto que él nos fijaría con matemática exactitud, debían cambiarse las tornas. Fuera la garrafa de hielo, y a procurar que no se escapase la menor cantidad de calor a través de las paredes del cilindro. Sería de la mayor importancia que las paredes fuesen malas conductoras del calor.

Y al hablarnos de la tercera fase, de la explosión, nos daría los mismos consejos: primero, conservar a todo trance la misma temperatura; luego, impedir que se escapase el calor, y para ello que fuesen las paredes alternativamente buenas y malas conductoras del calor.

Salta a la vista la dificultad de seguir tales consejos, y aun en el caso de que lo consiguiéramos a fuerza de ingenio, aumentaríamos seguramente el peso del motor y perderíamos por un lado lo que ganábamos por otro. Un ingeniero alemán, Diesel, quiso seguir exactamente las reglas de Carnot y comprobó que le traía más cuenta seguir otro ciclo, que lleva su nombre y con el que ha logrado aumentar hasta el 30 por 100 el rendimiento de los motores de petróleo.

Nosotros nos limitaremos a disponer los cilindros en forma

de V o en forma de estrella, a dejarlos fijos y hacer que las bielas de los émbolos impulsen el árbol acodado que ha de mover la hélice o a hacerlos girar con las bielas de los émbolos unidas como los brazos de una estrella en un punto situado fuera del eje, para que unas veces se aproxime el émbolo a la culata y otras se aleje de él, cumpliéndose así las distintas fases del ciclo y arrastrando los cilindros en su carrera vertiginosa el cubo de que parten las aspas de la hélice.

Los constructores procuran hoy, más que aumentar el rendimiento y la potencia másica, evitar las averías, las paradas bruscas del motor que obligan a planear al piloto y a tomar tierra, no donde quiere, sino donde puede, y se esmeran en la elección de materiales y en el ajuste de las piezas y multiplican los cojinetes de bolas para amenguar los rozamientos, y perfeccionan los sistemas de lubricación para que sea la marcha regular y acompasada. Y mientras tanto los inventores piensan en la «turbina de explosión», aparato análogo a las turbinas hidráulica y de vapor, que reciba el impulso de los gases producidos por la explosión, sin el vaivén de los émbolos, obligados a cada instante a cambiar el sentido de su marcha y a transformar su recorrido alternativo en un movimiento de rotación.

Tal vez esté próximo el día en que las turbinas de explosión desplacen a los motores de cuatro tiempos, como la sencilla y ligera turbina de vapor ha desplazado en las centrales térmicas a las pesadas máquinas de émbolo.

V

EL DIRIGIBLE

AL hablar del aeroplano viene a nuestra imaginación el vuelo de las aves y tenemos que buscar en la mecánica y en la aerodinámica los motivos que se oponen a la imitación por el hombre, y sus máquinas y artefactos, de las proezas realizadas por águilas, golondrinas y mariposas. Y por una análoga asociación de ideas pensamos en el buque que corta las olas al hablar del dirigible que rompe las nubes, y nos parece exacta su semejanza, y creemos factible aplicar a la navegación aérea la experiencia, tantas veces secular, de la navegación marítima.

Sin embargo, las condiciones en que se desenvuelve el barco son fundamentalmente distintas a las que regulan la marcha de la aeronave.

El buque flota sobre un elemento de gran densidad, el agua, y en ella se apoyan sus propulsores, mientras la mayor parte de su volumen sufre sólo la débil resistencia del aire. El dirigible está completamente sumergido en la atmósfera, mucho menos densa que el agua, y sostenido por el empuje, variable con la temperatura y la presión atmosférica, del gas que hincha su envolvente. La pérdida de la sustentación es una catástrofe, poco frecuente por fortuna, en el buque, y es un fenómeno corriente, con el que debe contarse siempre en el dirigible.

Uno y otro, el buque marítimo y el aéreo, se mueven en un fluido que rara vez se encuentra en reposo. Pero las corrientes atmosféricas que empujarán a la aeronave son de mucha mayor

intensidad que las marinas. Las más rápidas de éstas no pasan de 9 nudos (16,5 kilómetros) por hora, y las corrientes de aire alcanzan con frecuencia velocidades de más de 50 kilómetros por hora. La comparación no puede establecerse, pues, con exactitud entre el dirigible y el acorazado, sino entre aquél y el submarino, que navega completamente rodeado por el agua, como el otro por el aire; pero aun así no es exacta la semejanza, pues éste ha de luchar con corrientes adversas de más intensidad que las que combaten al sumergible. Solamente un submarino obligado a remontar el curso de un torrente podría compararse con el dirigible.

Y claro está que las velas del buque son inaplicables a la nave aérea, como lo serían sobre la cubierta del submarino, completamente sumergido en el agua. En el barco velero la quilla se apoya en el agua, inmóvil o con un movimiento de poca velocidad, y las velas reciben el impulso del viento. Son dos elementos distintos, el agua y el aire, dotados de movimientos diversos, que luchan entre sí, arañándose con ráfagas y azotándose con olas, y la débil embarcación humana, colocada entre los dos adversarios seculares, aprovecha el encono de la batalla y se desliza entre los combatientes, que alguna vez se vengan de su osadía destruyéndola entre sus brazos de gigante.

Pero cuando el hombre toma partido por uno de los dos ejércitos, el de Eolo o el de Neptuno, y se sumerge por completo en el aire o en el agua, fuera de la línea de batalla, no puede utilizar en provecho propio los rudos empujones de los combatientes y queda, como un soldado de reserva, unido a la impedimenta del ejército y moviéndose con él, pero sin percibir de la contienda otra cosa que los ruidos y los ecos. Así, el aeronauta que viaja en globo libre entre las ráfagas del huracán desenfundado, oye el ruido de los árboles tronchados y ve la polvareda levantada en el camino; pero goza de una absoluta calma y no experimenta sacudidas, ni logra desplegar una bandera, ni creería en la existencia del viento si no viese a sus pies correr campos y bosques y ciudades.

La comparación con el buque, sin embargo, hizo a muchos inventores del siglo XIX dotar de velamen a sus globos. Claro

es que los globos, con velas o sin ellas, iban adonde el viento quería y hubieron de desistir de su propósito, análogo al de quien dotase de timones a las boyas o a las minas flotadoras.

Tardó mucho tiempo la gente en comprender un principio sencillísimo, que alguien ha bautizado pomposamente con el nombre de teorema; para dirigir un globo es menester que tenga un movimiento propio, independiente del viento. Cualquiera de los que ejercitan el deporte de remar en el estanque del Retiro o en algún pueblo costeño sabe perfectamente este principio, y no se ha creído en posesión de un difícil teorema de mecánica. Cuanto mayor es la velocidad del bote tanto más grande es el efecto del timón; pero si los tripulantes abandonan los remos y dejan el buque a merced del agua, serán inútiles cuantas maniobras intente el timonel: la embarcación, convertida en boya, habrá dejado de ser algo independiente para fundirse con el líquido en que flota, como hombre sin voluntad y sin energía que entrega el destino de su vida a los caprichos de la fortuna y del ambiente.

Es menester, por lo tanto, dotar a los globos de un aparato propulsor, como los remos, antes de pensar en órganos de dirección, como los timones. Y sólo con este propósito se modifican radicalmente las ideas que acerca de la forma de la aeronave nos había hecho concebir el célebre principio de Arquímedes.

Recordemos lo dicho en el capítulo primero acerca de la manera de vencer a la atracción terrestre aplicando el principio antedicho. Un cuerpo sumergido en el aire sufre un empuje hacia arriba igual al peso del volumen de aire que desaloja. Si el peso de este volumen es superior al peso del cuerpo, puede más el empuje ascendente que el tirón de la gravedad y el cuerpo se eleva en la atmósfera hasta alcanzar una región en que el



Una de las primeras tentativas de dirigir los globos por medio de remos las realizó sin éxito Testu Brisi en 1786.

aire, enrarecido, pese menos y sea el peso del volumen desalojado exactamente igual al peso del cuerpo que lo desaloja; entonces se establece el equilibrio y queda el cuerpo en reposo relativo, sin subir ni bajar, como formando parte de la atmósfera y moviéndose y deteniéndose con ella.

Las condiciones prácticas del problema no pueden ser más sencillas; necesitamos un cuerpo que pese muy poco y que desaloje mucho aire. Una envolvente de tela muy ligera, inflada con aire caliente, con gas del alumbrado, con helio o con hidrógeno, puede resolvernó el problema. Y claro es que la forma más conveniente para nuestro aeróstato será la que con el mínimo de tela abarque la máxima capacidad.

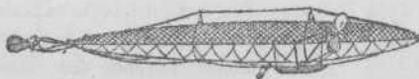
Demuéstrase en geometría que esa es la forma de la esfera, y por eso fueron esféricos los globos de Montgolfier y de Charles, y lo son hoy todavía los que no aspiran a gozar de libertad en la elección de su ruta y van a dejarse arrastrar por las corrientes de aire.

Pero ya no es ese nuestro problema: el dirigible ha de cortar el aire marchando indistintamente en contra del viento o a su favor o en la atmósfera encalmada, y el aire ha de oponer una resistencia a su avance, que deberán vencer las hélices y motores de la aeronave. Y tenemos que recurrir otra vez a la aerodinámica y pedirle la forma más conveniente, no ya para almacenar mucho gas con poca tela, sino para marchar por el aire con menos resistencia, que entre unos metros más de envolvente y unos caballos menos en el motor no es dudosa ni por un momento la elección.

Por eso cuando el general Meusnier, un año después del descubrimiento de los hermanos Montgolfier, en 1784, proyectó el primer globo dirigible, no le dió la forma esférica y dibujó un enorme huevo de 85 metros de largo y 42,5 de diámetro máximo en el centro, es decir, con una longitud igual a dos veces el espesor.

Poco a poco se van alargando los dirigibles proyectados por los inventores, y ya el de Henry Giffard (1852) tenía una longitud igual a tres veces y media su diámetro, y el de Renard (1884) se alargaba más aún y era seis veces más largo que grueso.

No eran solamente la experiencia y la intuición quienes aconsejaban el alargamiento de los dirigibles: la aerodinámica justificaba con sus fórmulas el mayor rendimiento de los dirigibles *fuselados*, y a sus reglas y consejos se atienen desde entonces los constructores. Merece citarse, como ejemplo del poder de la rutina y explicación de la dificultad de comprender las cosas demasiado fáciles, el asombro de muchos hombres de ciencia al observar que los dirigibles alemanes no adoptaban la forma que teóricamente era la de menor resistencia para el avance.



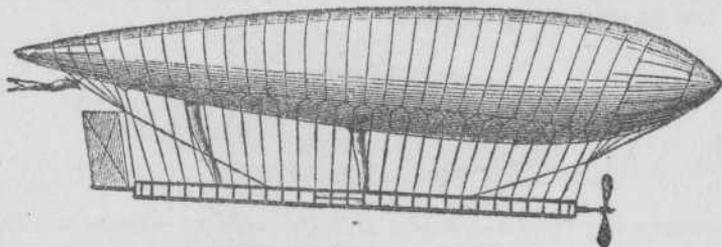
Modelo de dirigible, en forma de pez, construido por el relojero francés Julien en 1850. Voló perfectamente en local cerrado, pero su motor (un aparato de relojería) lo hacía inaplicable para dirigibles de tamaño natural.

La explicación del hecho era sencillísima. Un ala de aeroplano se sostiene gracias a su extensión superficial y no a su volumen, y, en cambio, un dirigible se mantiene gracias a su capacidad. Los términos del problema no son, pues, iguales para el aviador y para el aeronauta. El primero ha de buscar la forma mejor para una superficie dada; el segundo, la más conveniente para un volumen determinado. Es posible que la forma de un zeppelin no sea la más conveniente para cortar el viento; quizás ofreciese menor resistencia aligerando algo sus contornos, pero entonces su capacidad disminuiría y con ella el peso de sus motores y la fuerza de sus hélices. La forma que tienen hoy es con la que menor resistencia ofrece al viento el volumen total almacenado en su interior.

El problema de la forma presenta además en el dirigible un aspecto que no ofrece en el aeroplano. En éste, una vez calculada la forma más conveniente para el ala o el cuerpo *fuselado*, sólo resta construirla sin pensar en posibles modificaciones; pero el globo que ha de recibir los rayos del sol que dilatan su contenido gaseoso, o ha de perder parte de éste, por escapes, voluntarios o no, a través de los poros de la tela o de las

válvulas de maniobras, ha de sufrir en consecuencia alteraciones de volumen que se traducirán en alteraciones de su forma, y ésta dejará de ser la de mínima resistencia calculada.

Para conservar la forma no se ofrecen mas que dos soluciones: o introducir en el interior del globo otro más pequeño, lleno de aire comprimido, que vaya inflándose, mediante una bomba, a medida que el globo grande se desinfla, o sujetar la tela de la envolvente sobre una armadura rígida, ligera y resistente.



Dirigible «La France» de Renard y Krebs, primer aeronave que regresó a su punto de partida (9 de agosto de 1854).

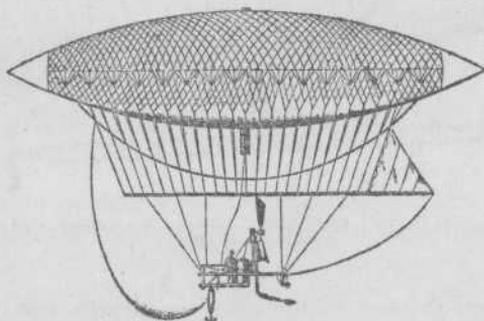
El primer sistema había sido ya ideado por el general Meusnier para su proyecto de globo dirigible. Pero carecía de medios para mover las hélices de su aeronave y murió algunos años después en el sitio de Maguncia sin haber visto realizadas sus ideas.

Otros constructores han adoptado un tipo intermedio y han aparecido los dirigibles *semirrígidos* con una viga metálica que les sirve de espina dorsal y contribuye al mantenimiento de la forma. Pero la permanencia de ésta no se logra en tales aeronaves si no llevan el aditamento de una ingeniosa disposición ideada por el sabio ingeniero español D. Leonardo Torres Quevedo.

Se trata de la viga funicular, que llevan los dirigibles Astra y que consiste esencialmente en una serie de cables interiores, mantenidos en tensión por la presión interior del gas. La rigidez obtenida por este medio es realmente extraordinaria, y

gracias a ella pudieron maniobrar los dirigibles ingleses sobre el mar del Norte y las costas de Irlanda durante toda la duración de la guerra.

Parece, sin embargo, que la práctica abona la rigidez total, obtenida con una armadura de aluminio o de duraluminio, con largueros y cuadernas que la dividen en diversos trozos, cada uno de los cuales aloja en su interior un pequeño globo independiente. Una envoltente única exterior abarca a todos los globos interiores y la avería de uno o de varios de éstos no influye en los restantes, que continúan manteniendo la aeronave con su empuje ascensional.



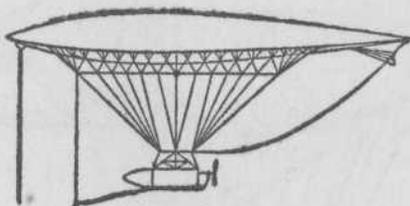
Dirigible Giffard con motor de vapor, que voló en 1855.

También en la construcción de los dirigibles aparece la «ley de la escala»; pero no con el ceño adusto y el gesto imperativo que limita el tamaño de los aeroplanos. Aquí se han cambiado las tornas y es una ley alentadora de grandes empresas y construcciones atrevidas.

Al duplicarse las dimensiones de un aeroplano vimos que se cuadruplicaba su fuerza sustentadora y su peso se hacía ocho veces mayor. Era más rápido el aumento de los gastos que el de los ingresos, diría un financiero, y pronto alcanza el límite de la bancarrota.

Pero si se duplican las dimensiones de un dirigible, su volumen, o sea su fuerza ascensional, se hace ocho veces mayor

y, en cambio, la superficie opuesta al viento, y por lo tanto su resistencia, es sólo cuatro veces mayor que antes. El dirigible en tales condiciones podrá aumentar su carga y el número y la potencia de sus motores. Y como la aerodinámica ha fijado una relación entre el volumen y la longitud de la aeronave, podemos afirmar que un dirigible suficientemente largo salvará todas las distancias necesarias; podrá dar la vuelta al mundo, sin repostarse de combustible, si tuviéramos ese capricho inútil y costoso.



Proyecto de dirigible de Giffard, de 50.000 m³. La muerte de su inventor impidió su realización.

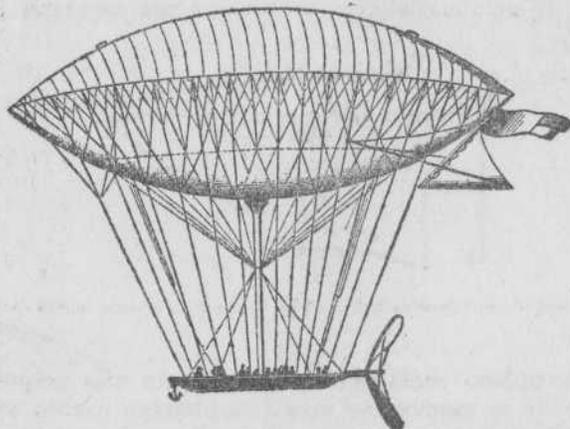
Un aeroplano vuela tanto mejor cuanto más pequeño es. Un dirigible se mueve con más desembarazo cuanto mayores son sus dimensiones. Y es que el uno busca la sustentación en la lucha de una superficie con un volumen, y el segundo en la de un volumen con una superficie, y el Dios de las victorias se inclina siempre en favor de quien dispone de más elementos, y pueden más las tres dimensiones del volumen que las dos de la extensión superficial.

El aeroplano, sin embargo, goza de una ventaja sobre el dirigible. Uno y otro están sometidos a la acción de dos fuerzas opuestas: el tirón de la hélice, que los hace avanzar, y la resistencia del aire, que se opone al movimiento. Es preciso que la primera venza a la segunda, y para ello debe atacarla de frente, buscando el centro de presiones, punto imaginario en el que se suponen concentradas las presiones ejercidas por el aire en todas las partes del aparato, para colocar allí mismo el eje de la hélice y anular el efecto de la resistencia.

En el aeroplano es fácil conseguir este objetivo. La sime-



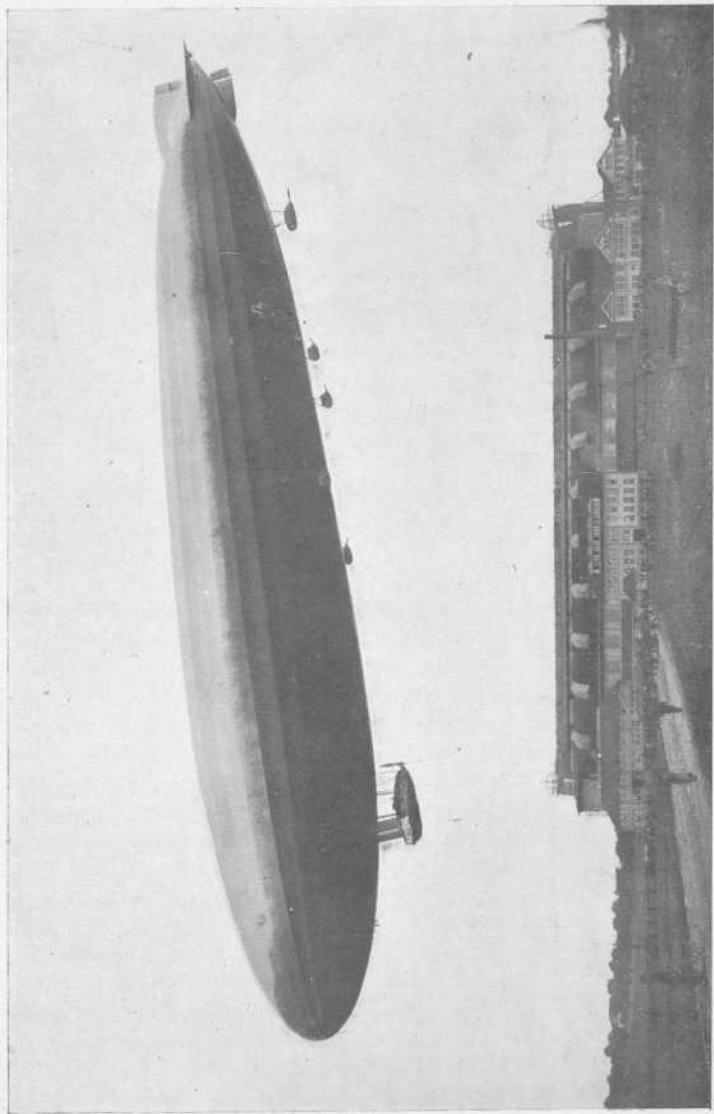
tría de su forma permite determinar fácilmente el centro de presión, y como nadie se opone a que el buje de la hélice esté unos centímetros más alto o más bajo del eje geométrico del aparato, puede colocarse de manera que coincidan el tirón hacia adelante de la hélice y la resistencia hacia atrás de la presión del aire.



Dirigible construido por Dupuy de Lome durante el sitio de París (1870), utilizando las ideas del general Meunier. Se terminó pocos días después de la capitulación y no llegó a funcionar hasta 1872. La hélice debía ser movida por ocho hombres.

También la envoltura del dirigible tiene una forma simétrica, y sería fácil determinar el centro de presiones; pero la hélice ha de ir forzosamente en la barquilla, situada lo suficientemente lejos de la tela cauchotada para impedir que la proximidad entre el hidrógeno inflamable y los motores de esencia, con sus magnetos y sus altas temperaturas, pueda dar lugar a catástrofes como la que hundió en el lago de Constanza uno de los primeros zeppelines.

Las dos fuerzas, el empuje de la hélice y la resistencia del viento, no se acometen, pues, frente a frente. Una tira de la barquilla y la otra oprime los lomos del dirigible, y luchan a través de cuerdas y cables y vigas metálicas, que aumentan simultá-



Dirigible de la marina alemana «L-71». Su velocidad es de 110 km. por hora, y su radio de acción, con 15 toneladas de carga comercial, es de cerca de 10.000 km.

neamente el peso muerto de la aeronave y la resistencia que ofrece el aire a su camino.

Los progresos de la química tal vez permitan dar una solución sencilla a este problema. Si el gas que llena la envolvente no fuese inflamable, cabría situar en el interior del globo la cámara de motores y hacer que la hélice asomase al exterior por uno de los extremos del aparato. El aspecto del dirigible sería el de un torpedo o el de un buque submarino.

Y esa solución es hoy posible gracias a los trabajos efectuados durante la guerra por el Servicio Aéreo Americano.

Existe un gas, el *helio*, que pesa muy poco más que el hidrógeno y que ofrece la ventaja de no ser inflamable ni combinarse con ninguno de los otros cuerpos químicos que integran la armazón de nuestro planeta. Al principio creyóse que sólo se encontraba en el Sol, donde era acusada su presencia por el espectroscopio. Luego se le encontró en la tierra; pero era de tan difícil obtención, que sólo los sabios químicos, encerrados en sus laboratorios de investigación, podían permitirse el lujo de aislar unos cuantos decímetros cúbicos de aquel gas huraña y ligero.

Y fué preciso que los globos cautivos militares cayesen a centenares envueltos en llamas por los cohetes incendiarios de los aeroplanos, para que los químicos americanos aguzasen su ingenio y lograsen obtener en aceptables condiciones económicas el helio contenido en las emanaciones gaseosas de unos pozos del Estado de Kansas.

El precio de obtención del helio no es ya prohibitivo, como lo era antes de 1914; pero todavía es muy superior (unas cincuenta veces más grande) al del hidrógeno y no puede competir con él en las empresas industriales. Si se trata de salvar la vida del observador que espía desde la barquilla del globo cautivo los movimientos del ejército enemigo, es barato el helio, sea cualquiera su precio; pero si se trata de transportar viajeros y mercancías por los libres caminos atmosféricos, es preferible el hidrógeno, ligero y económico, al helio, más pesado y más caro, que sólo puede alegar como ventaja su aversión a los demás cuerpos químicos, que le impide unirse con ellos y le pone a cubierto de explosiones y combustiones peligrosas.

Pero mientras no baje el helio de precio no podemos pensar en esa solución y estarán los dirigibles sometidos a dos fuerzas: una que tirará hacia adelante de la barquilla y otra que empujará hacia atrás la envolvente. Fácil es ver que el efecto de estas dos fuerzas será «encabritar» a la aeronave, como caballo refrenado por las riendas y azuzado por la espuela. Nuestro dirigible no marchará, por lo tanto, horizontalmente, sino que irá elevándose siguiendo una trayectoria oblicua.

Para corregir esto y para poder subir o bajar a voluntad, sin necesidad de arrojar lastre o desinflar el globo, se le coloca al dirigible un timón de profundidad, especie de cola de aeroplano, que desempeña el mismo papel de ésta y permite encabritar para elevarse y picar para descender.

Un timón de dirección, utilizable solamente cuando el dirigible marche a impulsos de su hélice y no empujado por el viento, completa los órganos de mando de la aeronave. Pero todavía lleva la envolvente otros planos en su parte posterior, que no sirven ni para subir o descender ni para virar a la derecha o a la izquierda. Son los planos estabilizadores que evitan el cabeceo del aparato y que juegan en él un papel análogo a las plumas que coronan las flechas del arquero. Y véase cómo los hombres de ciencia de nuestros días han utilizado para sus artefactos más perfeccionados un viejo descubrimiento de nuestros lejanos abuelos trogloditas.

VI

LOS VIAJES AÉREOS

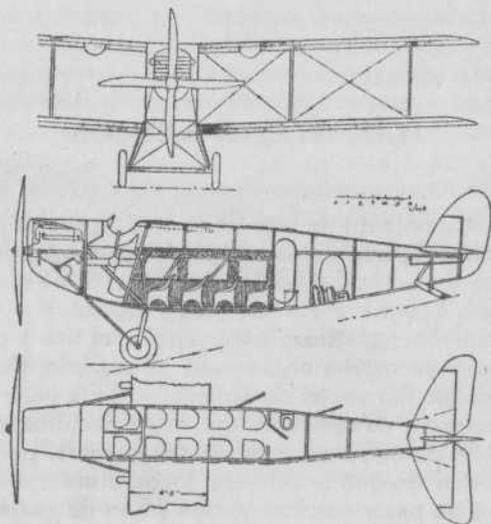
EL establecimiento de una línea de diligencias para enlazar ciudades apartadas exigía pocos gastos y pocos quebraderos de cabeza. Unas cuantas docenas de mulas o de caballos, tres o cuatro coches robustos y capaces y algunas ventas estratégicamente repartidas para cambiar el tiro y dar reposo a los viajeros, y ya estaba organizado el negocio. Pero el ferrocarril, vencedor del coche de colleras y de la galera acelerada, es algo costoso y complicado, que exige estudios técnicos difíciles, trazado de caminos, tendido de puentes, perforación de túneles. Antes de que la primera locomotora rueda sobre los carriles han de pasar muchos meses y han de gastarse muchos millones de pesetas.

La aeronáutica nos permite, en un momento, volver a los buenos tiempos de la diligencia y proyectar una línea aérea sin plegarnos a las ondulaciones del terreno, ni preocuparnos por las sierras inaccesibles o el río caudaloso que se atraviesa en nuestro camino. Vamos a proyectar una línea de aviones y otra de dirigibles, sin hablar, por ahora, del riesgo de los viajeros y atentos sólo a los datos y condiciones que encuadran el problema.

Un campo de aviación es indispensable para la salida y llegada de los aeroplanos. Antes de remontar por el aire han de correr un buen trecho por el suelo y es preciso que éste sea llano y amplio para que no salten en los baches o tropiecen en los obstáculos. Una manga de tela, especie de gallardete, fla-



meando al aire, indicará al piloto la dirección del viento, para que se enfrente con ella al aterrizaje, pues si al tocar el suelo y perder velocidad el viento sopla por detrás del aparato, puede éste levantar la cola y dar con la hélice en tierra, o *capotar*, como se dice en el *argot* de aerodromo.

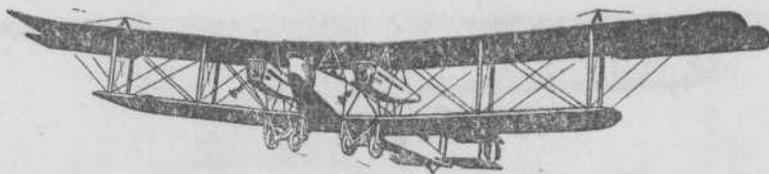


Aerobús «Haviland» para ocho pasajeros, con 550 kilómetros de acción.

Y si la noche sorprendió en el aire al aeroplano y no puede el piloto distinguir las ondulaciones de la manga, un sistema de señales luminosas le marcará la dirección del viento. Repartidas en el suelo sobre una circunferencia de gran radio, y ocultas bajo gruesos cristales, hay unas lámparas eléctricas, en combinación con un conmutador accionado por una veleta. Al girar ésta se cierran los circuitos de las lámparas, a medida que va pasando la veleta sobre los contactos del conmutador y brillan en el suelo cuatro luces: la del centro, una en la dirección del viento y dos en la opuesta. El piloto ve desde su altura esta especie de martillo formado por las cuatro luces y colige cuál es

la dirección del viento y cómo debe, en consecuencia, orientar a su aparato.

Puede ocurrir, sin embargo, que en pleno viaje, antes de llegar al aerodromo, se pare el motor y quede la hélice, como un guiñapo, a merced del viento de la marcha y sin fuerzas para tirar del aparato. El aeroplano entonces planea; la acción de la gravedad tira de él en sentido vertical y la velocidad adquirida tiende a hacerle seguir su antigua ruta. El resultado de estas dos acciones, permanente una (la atracción terrestre) y decre-



Biplano «Handley Page» con dos motores.

ciente otra (el impulso adquirido) obliga al aeroplano a descender siguiendo una línea oblicua. La caída es inevitable, pues el motor de gasolina ha sido sustituido por la acción de la gravedad y ésta es quien proporciona la velocidad necesaria a la sustentación. El aparato va a caer, pero no verticalmente, y puede elegir, con relativa libertad, el lugar del aterrizaje.

La distancia entre el punto en que se paró el motor y el sitio donde toma tierra el aparato depende de la altura alcanzada por éste en el instante de ocurrir el accidente. En un aeroplano corriente es siete veces la altura, es decir, que si la avería ocurre a 200 metros de altura puede tomarse tierra a 1.400 metros del lugar. Un aeroplano que atravesase el Canal de la Mancha, en viaje de Londres a París, a 3.000 metros de altura, puede asegurar a sus pasajeros que no caerán al agua por una avería del motor. Nunca se apartará de las costas de Francia o de Inglaterra más de 20.000 metros y siempre podrá salvar esa distancia planeando.

Pero si el recorrido sobre el agua fuese muy grande y no es posible elevarse a una altura que permita planear hasta la tierra,

es preciso tomar precauciones para librar de un chapuzón a los viajeros.

No basta que el aeroplano flote por efecto de su ligereza, ni que sea estanco, para que no se inunde el *fuselage*; es preciso que no se apoye sobre el agua cabeza abajo, colocando al piloto y a los pasajeros en una posición tan incómoda como peligrosa. Y lo malo es que apenas tocan el agua las ruedas del tren de aterrizaje, el aparato da la vuelta de campana y se coloca en la inconveniente posición antedicha.



Aeroplano «Caudron» con dos motores.

No cabe otro recurso que llevar oculto en el *fuselage* una especie de cesto cilíndrico de algo más de un metro de largo y algunos decímetros de diámetro, forrado de tela impermeable, que se deja caer, pendiente de un cable, a modo de ancla, cuando se acerca a las olas el aeroplano. El cesto se llena de agua y tira fuertemente de la cola, cuando al choque de las ruedas con la rizada superficie del mar inicia su trágico volteo el aparato.

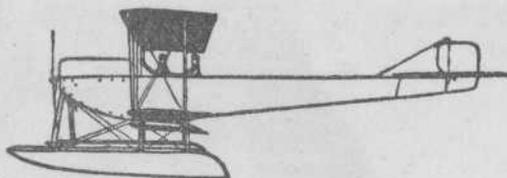
¿Y por qué no salir del mar y rendir en él nuestro viaje? He aquí la pregunta que trata de contestar el hidroavión.

Su única diferencia con el aeroplano estriba en el tren de aterrizaje; las ruedas están sustituidas por flotadores, que chocan violentamente con el agua cuando deja de volar el aparato. Porque el problema del *amerrizaje*, de la toma de agua, está aún por resolver de un modo definitivo.

Los primeros exploradores del aire creyeron más seguro volar sobre el agua que sobre la tierra, y la experiencia ha venido a demostrar que, en contra de su opinión, el agua es, aparentemente, mucho más dura que la tierra.

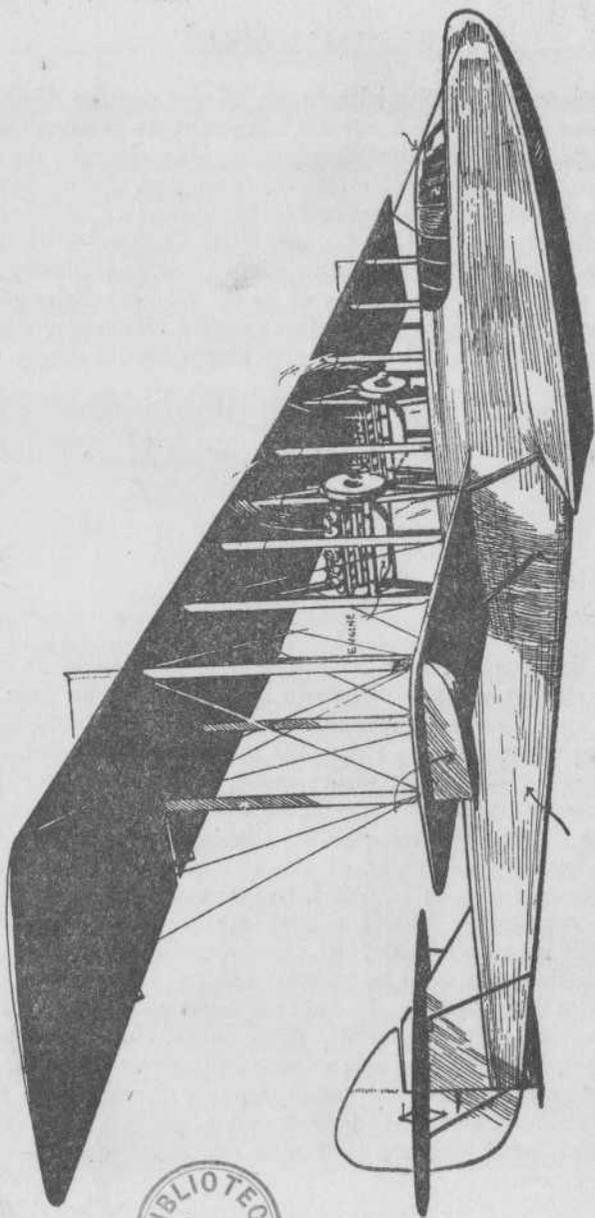
El problema de posarse sobre el agua es análogo al de to-

mar tierra en un terreno blando, en el que puedan fácilmente incrustarse las ruedas y hacer dar una vuelta de campana al aparato. Y si el mar está encrespado y las olas alcanzan un metro de altura, es peligroso el descenso, que, por cierto, debe hacerse de distinta manera que con los aeroplanos. Con éstos conviene enfrentar al viento, para que frene la marcha con su resistencia y no vuelque el aparato, como lo haría, soplando sobre la cola, al sentar las ruedas en el suelo. Con los hidroaviones, si el viento es flojo, es necesario coger las olas por el dorso, y para ello es preciso llevar la misma dirección del viento.



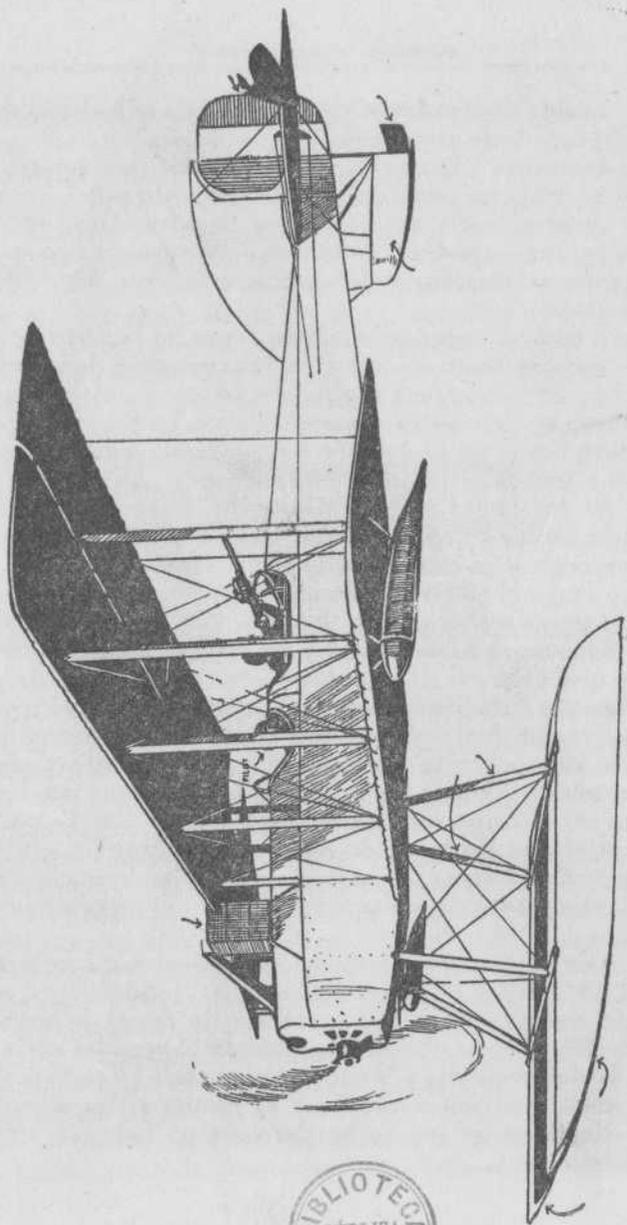
Hidroavión «Short» de flotadores «Catamarán».

Los flotadores ofrecen siempre más resistencia al avance que las ruedas, pues es necesario que desalojen un gran volumen de agua a fin de proporcionar la fuerza de sustentación que ha de mantener flotante al aparato. El ideal sería un flotador de escasa resistencia y gran sustentación; pero como ello es imposible, hay que optar por una de las dos condiciones, y han nacido dos clases de flotadores: los «catamarán» (nombre de una piragua india) y los Tellier, de poca resistencia y sustentación y que «pican» con gran facilidad, en consecuencia, pertenecen al primer grupo, y los flotadores planos, provistos de quilla (gran resistencia y gran sustentación), pertenecen al segundo. El constructor italiano Caproni ha tratado de compaginar ambos sistemas. Otra solución, la de hacer flotante el fuselaje, ha dado origen a los botes-voladores o *flyng boats*, que dieron buenos resultados persiguiendo submarinos en la pasada guerra. Algunos preconizan el flotador único, a pesar de su escasa estabilidad, y colocan otros más pequeños en la cola o en el extremo de las alas; pero siempre el choque del hidroavión con la su-



Hidroavión bimotor de *Hydroplane* flotante.





Hidroavión con flotadores «Catamarán» y otros dos en los extremos de las alas.



perficie líquida es algo brusco y violento y no se ve hasta ahora un medio seguro de suavizarlo.

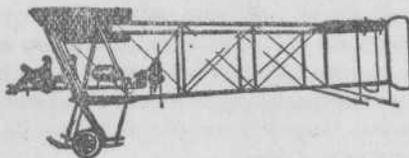
Sea aeroplano o hidroavión el aparato en que vamos a emprender el viaje, una vez despegado del suelo o del agua, ya su tren de aterrizaje o sus flotadores han perdido su utilidad para no recobrarla hasta el momento del descenso. Ahora sólo nos interesa orientarnos en el aire para llevar a feliz término nuestro viaje.

Tanto en la navegación marítima como en la aérea se presentan dos problemas al viajero: la determinación de la derrota y la del punto (situación actual) del aparato. En el mar, la derrota puede ser *loxodrómica* u *ortodrómica*. La primera, a pesar de lo complicado de su nombre, no puede ser más sencilla. Se coge un mapa de proyección cilíndrica o de Mercator, como suelen ser los de los atlas de Geografía, se marcan en él los puntos de partida y llegada, se apoya en ellos una regla, se traza una línea recta y ya está marcado el itinerario.

Pero como el plano es sólo una representación convencional de la figura esférica de la tierra, la línea recta en el plano es una línea curva sobre el mar y no es la más corta entre todas las que unen los dos puntos fijados como principio y fin de la travesía. Esta línea más corta, determinada por el arco de círculo máximo que pasa por esos puntos, es la derrota *ortodrómica*. Para seguir la primera basta fijar el *rumbo* y mantenerlo constante durante todo el viaje; la línea recta que hemos trazado en el mapa formará un ángulo determinado con las líneas verticales de la cuadrícula, hagámos que la aguja de nuestra brújula forme el mismo ángulo con las líneas norte-sur de su limbo graduado y sigamos adelante sin otras preocupaciones.

Lo malo es que si nos limitábamos a mantener constante el rumbo, no alcanzaríamos, probablemente, el objetivo de nuestro viaje. Las corrientes marítimas son de escasa importancia con relación a la marcha del transatlántico, pero las aéreas no son nada despreciables y tendríamos necesidad a cada paso de fijar nuestra posición y rectificar el rumbo si las corrientes atmosféricas nos habían hecho derivar a un lado o a otro de nuestro camino.

Será preciso estudiar el régimen de vientos en la región y acomodar el itinerario y el horario de nuestro viaje, de modo que las corrientes aéreas sean nuestras aliadas y no nuestras enemigas. Por lo pronto, comprobaremos que una misma distancia es más o menos larga según el sentido en que se recorra. Entre Madrid y Sevilla, por ejemplo, hay mucha menos distancia que entre Sevilla y Madrid; el viento seco del norte favorece al avión que parte de la corte y perjudica al aeroplano que sale de la capital andaluza. Y el viento sur, con su cortejo de nubes y borrascas, no es un buen compañero de viaje para los aviones que vayan a Madrid desde Sevilla.



Las comodidades que ofrecen hoy a los pasajeros los grandes aeroplanos comerciales, contrastan con las que disfrutaban los pasajeros de los primeros aviones.

La corriente de aire que sigue el curso del Ebro obligaría también a los aeroplanos en viaje de Madrid a Barcelona a salirse de la línea recta que une a las dos poblaciones. El que salga de Madrid deberá correrse hacia el oeste, y descender hacia el mar el que salga de Barcelona.

En estos viajes diurnos sobre un territorio poblado y con accidentes naturales de gran relieve no es difícil la «determinación del punto». Un río, una sierra, una ciudad, pueden servir de orientación al aviador. Pero sobre el mar el problema se complica y ha de recurrirse a procedimientos astronómicos, que harían interminable este capítulo si fuéramos a detallarlos. Digamos solamente que dos de esos procedimientos son debidos, uno, al catedrático de la Universidad Central y astrónomo del Observatorio de Madrid D. Honorato de Castro, y otro, al comandante de Ingenieros D. Emilio Herrera.

A este último se debe también una ingeniosa idea para determinar la dirección en que marcha el aparato. Existe un me-

tal, el potasio, que tiene la propiedad de ponerse en ignición al quedar en contacto con el agua. Si el aviador o el aeronauta arroja sobre el mar unos trozos del citado cuerpo juntamente con una substancia que desprenda humo, verá flotar unas nubecillas blancas, formadas por el humo de la combustión, que se alejarán rápidamente del punto en que fueron lanzadas. La dirección contraria a la de las tenues nubecillas es precisamente la que lleva el globo o el aeroplano.

Cuando los aviadores portugueses Sacadura Cabral y Gago Coutinho emprendieron la arriesgadísima empresa de atravesar el Atlántico en hidroavión, utilizaron el mismo procedimiento de orientación empleado por Herrera el año 1906 sobre las aguas del golfo de Lyon, pero con valiosos perfeccionamientos. El borde delantero del ala inferior de su biplano estaba graduado en tal forma que bastaba al observador mirar hacia qué división se alejaba el cuerpo que ardía sobre el agua, para conocer el *ángulo de deriva* (ángulo formado por la quilla y la dirección en que se marcha) del avión.

En un régimen de calma absoluta la dirección de la marcha es la misma del eje o quilla del aparato; pero en una corriente de aire, el aparato avanza en una dirección oblicua respecto a su quilla, pues el viento lateral le desvía constantemente del camino trazado en el espacio por la hélice. En el primer caso el trozo de potasio arrojado por el observador pasaría por debajo de la graduación 0 del borde del ala; en el segundo se alejaría en un sentido o en otro, y la lectura de la graduación permitiría conocer el ángulo desviado que hemos llamado el ángulo de deriva. Y si a esto se añade el conocimiento del ángulo formado por la quilla con la dirección norte-sur (conocimiento proporcionado por la brújula), puede ya determinarse con exactitud el rumbo verdadero del avión.

Pero es más fácil decirlo que hacerlo, y si no hubiera sido por el ingenioso «corrector de deriva Coutinho-Sacadura» no hubieran logrado los intrépidos aviadores portugueses dar con la isla de Penedo de San Pedro, minúscula roca perdida en las inmensas soledades del Atlántico.

No es esta la ocasión de describir ese sencillo aparato (una placa con dos regletas móviles sobre sectores graduados,

cinco semicircunferencias, en negro, y un haz de líneas paralelas, en rojo). Digamos solamente que marcando con una regleta el ángulo indicado por la brújula y con la otra el correspondiente a la graduación leída en el borde del ala, pueden conocerse en el acto la corrección que se debe hacer en el rumbo seguido, la dirección e intensidad del viento reinante y la velocidad verdadera que tendrá el aparato cuando siga el rumbo que debe seguir.

El comandante Sacadura hacía con este aparato tres observaciones cada hora, y gracias a ello pudo coronar felizmente su atrevida empresa. Un error de un grado (precisión casi imposible de obtener con las mejores brújulas de aviación) hubiera producido en el viaje de 1.700 kilómetros una desviación de 30 kilómetros, y el islote de Penedo de San Pedro se habría escapado a la vista de los audaces aviadores.

La organización de una línea de aeroplanos o hidroaviones exige campos de partida y aterrizaje, cobertizos para los aparatos y talleres para las reparaciones, y un personal experto en la conducción y orientación de los aviones. Sólo nos resta determinar si serán o no precisos campos de aterrizaje intermedios entre las estaciones de partida y de llegada, y para ello necesitamos conocer el máximo radio de acción de los aeroplanos.

Ya hemos dicho que este radio de acción depende fundamentalmente de la finura de las alas (relación entre la sustentación que prestan y la resistencia que ofrecen) y de la potencia másica del motor empleado para girar las aspas de la hélice. En la actualidad este radio no excede mucho de los 4.000 kilómetros, y no parece probable que se logre aumentar mucho esta cifra. La comunicación aérea entre América y Europa queda, pues, reducida a la línea Irlanda-Terranova, donde la distancia es mínima, y aun así se está a merced de un fuerte viento en contra que alargue la distancia y obligue a rendir viaje sobre las olas. La hazaña del malogrado capitán Alcock no puede servir de base para el establecimiento de una línea regular de aeroplanos entre el viejo y el nuevo continente.

Será, pues, condición indispensable de toda línea aérea que la distancia máxima entre las estaciones sucesivas deje ancho margen al radio actual de acción de los aeroplanos. Y que

la niebla no cubra los aerodromos al aterrizar, ni se pare el motor cuando vuela el aparato sobre la sierra abrupta o sobre alta mar.

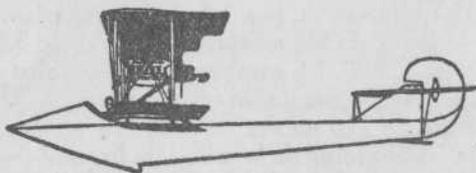
Con los dirigibles no existe limitación alguna de distancia. Su radio de acción es teóricamente ilimitado y sólo será reducido en la práctica por dificultades más económicas que técnicas, pues para aumentarlo basta con agrandar el dirigible, que aumentará considerablemente de precio y exigirá en las estaciones finales la construcción de cobertizos costosísimos.

Pero el dirigible transatlántico es algo realizable con grandes probabilidades de éxito, mientras la empresa de saltar en aeroplano, entre las costas de América y Europa, es una hazaña más digna de figurar en los cantos épicos de los poetas que en las prosaicas guías de los turistas o en los tomos escarlata de Baedeker.

Tratemos, pues, de proyectar una línea que una a España con sus hijas de allende los mares. Fácil va a ser nuestra tarea, pues ese proyecto lo ha redactado el comandante de Ingenieros y piloto de dirigibles D. Emilio Herrera y ha sido aprobado y elogiado por los técnicos de la Casa Zeppelin.

Es preciso buscar ante todo estaciones de partida en las que la lluvia, el viento y la nieve sean fenómenos meteorológicos de poca intensidad y de escasa frecuencia. Sevilla y Córdoba, en España, reúnen excepcionales ventajas para ello, y en Buenos Aires la ciudad de Córdoba también reúne análogas condiciones. Podrían tener el mismo nombre las dos estaciones terminales de la línea, si razones de índole comercial no aconsejasen situar los cobertizos a orillas del Guadalquivir en Sevilla y a orillas del Plata en Buenos Aires. En esta última población, sin embargo, soplan a veces los vientos «pamperos», y ello obligará a construir un cobertizo giratorio, pues la operación más delicada ha de ser la de introducir el dirigible en el cobertizo sin que el viento lo empuje contra las paredes y rasgue la tela de su envolvente o rompa las ligeras cuadernas de duraluminio. El cobertizo, montado sobre una gran plataforma giratoria, se orientará en la dirección del viento y éste ayudará a la penetración sin desviar la aeronave hacia las paredes laterales. En Sevilla podrá ser fijo el cobertizo y costará bastantes millones de pesetas menos.

En Canarias o en algún otro punto intermedio se prescindiría del cobertizo y se recurriría a un sistema ideado por don Leonardo Torres Quevedo, aplicado por la Aeronáutica militar inglesa, y recientemente perfeccionado por D. Emilio Herrera. Un poste vertical de gran altura, con un aparejo en su extremo, para fijar en él la proa del dirigible, que se transforma así en una veleta colosal, marcando la dirección del viento, pero sin experimentar choques ni sacudidas: he aquí la sencilla idea de Torres Quevedo. Pero si el viento sopla con fuerza o la niebla no permite distinguir el poste, córrese el riesgo de que éste desgarrase con su extremo superior la envoltente del globo antes de que se haya amarrado convenientemente la proa. La solución propuesta por Herrera no puede ser más sencilla: el poste estará de ordinario sumergido en un pozo de profundidad igual a su altura; desde el globo se soltará el cable de amarre, y una vez



Hidroavión «Curtis», americano, de fuselaje flotante.

sujeto en el extremo del poste, saldrá éste de su escondite y poco a poco se irá elevando el poste y acortándose el cable hasta quedar en posición análoga a la de los postes fijos, pero sin haber corrido el riesgo de que el extremo del mástil desgarrase la envoltente.

¿Qué dimensiones deberán tener los cobertizos? Las que oblige el radio de acción de los dirigibles. Estos serán de 135.000 metros cúbicos de capacidad; su longitud, de 250 metros (no cabrían en la Puerta del Sol); su diámetro, de 33,8 metros (sobresaldrían del tejado de una casa de siete pisos). Los cobertizos han de tener, por lo tanto, 300 metros de largo y 50 de alto y 90 ó 50 metros de ancho, según que deban contener dos dirigibles o uno sólo.

En la barquilla se alojarán 40 pasajeros en cómodas cabinas y se llevarán además once toneladas de correspondencia y carga comercial. Los motores, de 400 caballos cada uno, irán en



nueve góndolas repartidas a todo lo largo del dirigible. Sólo en el caso de fuerte viento en contra habrán de funcionar todos a un tiempo, y este caso será poco frecuente, pues los vientos alisios empujarán la aeronave en su viaje de España a América, y al regresar bastará elevarse poco más de un millar de metros para encontrar los vientos contraalisios, que soplan desde América hacia Europa.

Tanto en el navío marítimo como en la nave aérea la velocidad es algo que se paga a un alto precio. Un matemático diría que la fuerza motriz necesaria es proporcional al cubo de la velocidad. Nosotros diremos solamente que si quisiésemos duplicar los 132 kilómetros por hora que pueden desarrollar los dirigibles transatlánticos (su velocidad económica será sólo de 110 kilómetros por hora), necesitaríamos multiplicar por 8 la potencia de los motores, y en vez de 3.600 caballos precisaríamos 28.800. En cambio, reduciéndolos a 1.800 caballos, la velocidad máxima sólo disminuiría en 26 kilómetros por hora y sería de 116 en vez de 132. No será, pues, ninguna catástrofe la inutilización de la mitad de los motores del dirigible, ni debemos aspirar a marchas más rápidas, pues con los elementos antedichos se irá en tres días y diez y seis horas de Sevilla a Buenos Aires y en cuatro días y seis horas de Buenos Aires a Sevilla.

La telegrafía inalámbrica permitirá recibir útiles indicaciones meteorológicas y las señales orientadoras de las estaciones radiogonométricas. El oficial de derrota marcará el rumbo desde la barquilla, como lo hace el capitán del buque desde el puente.

El precio de un viaje por el aire será desde luego mucho más caro que el llevado a cabo en ferrocarril o en buque de vapor. Con los viejos sistemas de transporte cuesta algunos céntimos transportar una tonelada de peso a un kilómetro de distancia. En las líneas aéreas esos céntimos se transforman en pesetas. Un billete de Sevilla-Buenos Aires, en dirigible, costará 6.000 pesetas (unas 6 pesetas la tonelada-kilómetro).

Falta saber el riesgo que se corre al viajar por el aire en la cabina del aerobús o en la barquilla del dirigible; pero ello exige otro capítulo en el que veremos cuál de los dos procedimientos de vuelo ofrece mayores seguridades y garantías.

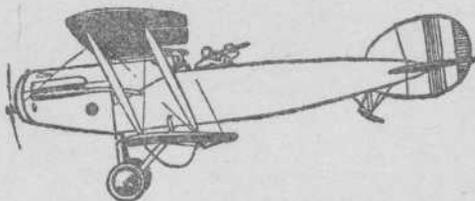


Arriba: Interior de la barquilla del dirigible *Deutchland*. Abajo: Interior de la barquilla del dirigible *Nordstern*.

VII

LOS PELIGROS DE VOLAR

SOLAMENTE una persona de espíritu pusilánime y medroso experimenta sensación de miedo al tomar asiento en un vagón de ferrocarril. Y no será ciertamente porque no corra un peligro real y efectivo, sino porque la *probabilidad* de este peligro es lo suficientemente pequeña para que no fije en ella la mente y surja la sombra del pavor que oscurece la inteligencia y oprime el corazón.



Aeroplano «Bristol» de combate.

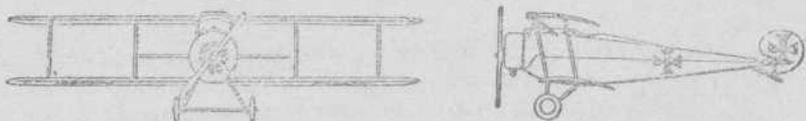
En cambio, el que toma asiento en el *fuselage* del aeroplano o en la barquilla del dirigible ha de disimular siempre, con mayor o menor habilidad, el desasosiego producido por el recuerdo de las víctimas inmoladas en aras del progreso de la aeronáutica.

Tanto el viajero del ferrocarril como el pasajero del avión o del dirigible corren un riesgo, pequeño el uno y grande los otros, pero de igual naturaleza. Y, sin embargo, el viaje en fe-

rocarril no inspira temor alguno y son muchas las personas que se niegan a gozar de los encantos del vuelo en aeroplano o en dirigible.

Para ver hasta qué punto tienen razón los que así proceden vamos a seguir el consejo de Lord Kelvin, quien afirmaba que no se conoce bien una cuestión hasta que no se ha reducido a números. Hagamos números sobre los riesgos de viajar en ferrocarril y en aeroplano.

El cálculo de probabilidades va a venir otra vez en nuestro auxilio, y gracias a él podremos comparar el riesgo de matarnos en un descarrilamiento o en una «caída en barrena» con el



Biplano de caza alemán F. b.

de sacar la única bola negra contenida en una urna llena de bolas blancas y negras. Recordemos ante todo que, si tenemos 99 bolas blancas y una negra, la probabilidad de que salga ésta es una centésima, pues los casos posibles son ciento y el caso favorable uno sólo.

Veamos ahora lo que ocurre en los viajes en ferrocarril. Según las estadísticas españolas, mueren al año, por término medio, en accidente ferroviario 28 viajeros. Claro es que el riesgo corrido por quien va desde Madrid hasta Vigo es mayor que el de quien se apea del tren en Pozuelo. Teniendo en cuenta el número total de viajeros, los kilómetros recorridos y la velocidad media de los trenes, unos cálculos sencillos, que omitimos, nos dan la probabilidad que de matarse tiene quien viaje una sola hora en ferrocarril. Esta probabilidad es análoga a la de sacar la única bola negra en una urna que contuviera tres millones de bolas.

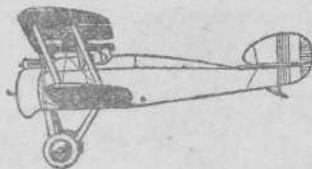
Las víctimas causadas por la aviación son muchas en los aerodromos en que se vuela mucho y pocas en los que se vuela

poco. En España son muchas menos que en Francia y que en Inglaterra, porque hay allí más aparatos y más campos de aviación que aquí; pero tanto en España como en Francia y en Inglaterra hay un accidente mortal por cada 800 horas de vuelo. La probabilidad de matarse volando una hora en aeroplano es análoga a la de sacar la bola negra en una urna que contiene 799 blancas y una negra.

Según esto, dirá tal vez algún lector, quien vuele 800 horas se mata indefectiblemente. No ha faltado quien así lo ha creído y se ha negado a volar cuando ha cumplido determinado número de horas de vuelo; pero el cálculo de probabilidades, que no afirma nunca la certeza de un suceso, sino la mayor o menor probabilidad de que ocurra, no podía servir de pretexto a su determinación.

El riesgo corrido por quien vuele 800 horas es análogo al de quien extrajese 100 veces una bola de la urna llena con 99 bolas blancas y una negra; pero volviendo a depositar en la urna la bola que acababa de extraer, de modo que al introducir su mano en el interior de la caja encontrase siempre 100 bolas para elegir. No puede afirmarse que habría de sacar forzosamente la bola negra; el suceso era mucho más probable metiendo 100 veces la mano que haciéndola una sola, como es más probable matarse volando 800 horas que manteniéndose en el aire una hora solamente; pero la evidencia, la seguridad absoluta no puede afirmarse nunca, por grande que sea el número de extracciones de la bola o de horas de permanencia en el aire.

El cálculo de probabilidades nos dice con toda exactitud la probabilidad de matarse de quien vuele las 800 horas de la trágica estadística. Y emplea para ello un número, célebre en matemáticas, base nada menos que de un sistema de logaritmos, a quien por su elevada alcurnia no queremos dar cabida en estas páginas. Diremos solamente que la probabilidad que tiene de matarse quien vuele 800 horas es algo mayor que la

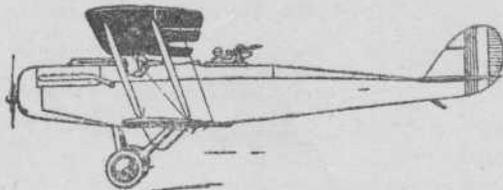


Aeroplano de caza inglés «Sop witz», perfeccionado.

de sacar la bola negra de una urna en que está acompañada solamente por otras dos bolas blancas.

Y para quienes no aspiren a volar por el placer de librarse durante algunas horas del yugo de la gravedad, sino para hacer un recorrido determinado, les diremos que el riesgo de viajar en aeroplano de Madrid a San Sebastián es 1.460 veces mayor que el de hacerlo en ferrocarril.

Pero quizás hemos seguido demasiado al pie de la letra el consejo de Lord Kelvin y hemos pedido a los números más de lo que pueden darnos. Los cálculos matemáticos son, como los razonamientos lógicos, algo muy respetable, pero muy peligroso también. No estará de más un ligero examen de los datos sobre que hemos alzado el edificio.



Aeroplano «Haviland» de combate.

Las estadísticas macabras que nos sirvieron de punto de partida comprenden todos los vuelos

realizados en los aerodromos por los pilotos ya formados y por los que siguen el peligroso aprendizaje, y entre estos últimos la proporción de accidentes es forzosamente mucho mayor. Además, casi todos los aerodromos son militares y el piloto que se forma en ellos ha de volar con buen o mal tiempo, con viento o sin él, para prepararse a las contingencias de la campaña, donde no se pueden elegir las horas de salida ni aplazar los vuelos de reconocimiento o de ataque, ante la oposición de los elementos meteorológicos.

Otra estadística de los accidentes de aviación demuestra que el 75 por 100 de ellos son debidos a defectos de pilotaje. Con buenos pilotos, sin pretensiones de «ases» y no aventurándose a volar si el tiempo presenta mal cariz para ello, una línea de aerobuses ofrecerá peligros poco superiores a los del ferrocarril.

Examinemos ahora los peligros en un viaje en dirigible. Descartemos desde luego los riesgos militares, pues no trata

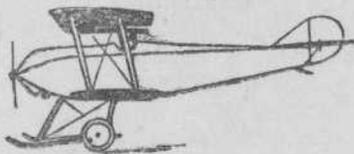
mos de bombardear ciudades sino de transportar pasajeros, y descartemos también los accidentes debidos a errores del cálculo en la construcción de la aeronave, como el que ocasionó la catástrofe del «R-38» en Inglaterra.

Y en estas condiciones encontramos una sola línea regular de dirigibles: la establecida en otoño de 1919 entre Berlín y Friedrichshafen por la Casa Zeppelin. Durante 100 días, con buen y mal tiempo, se hicieron 96 viajes hasta que un decreto de la Entente obligó a Alemania a entregar a Italia el dirigible «Bodensee», sin que ocurriese un solo accidente a pasajeros ni tripulantes, aunque, desgraciadamente, no ocurrió lo mismo con el personal encargado de las maniobras de salida y de llegada.

A falta, pues, de estadísticas análogas a las de los aeroplanos, examinemos los riesgos probables en la línea aérea Sevilla-Buenos Aires.

Además del comandante, viajan seis pilotos en cada dirigible, y no puede darse, por lo tanto, el caso, posible en el aeroplano, de quedar el aparato sin dirección a causa de un accidente ocurrido al piloto. Debajo de la rígida armadura metálica van 17 globos independientes, no sujetos a presión interior; la rotura de uno de ellos no altera sensiblemente la fuerza ascensional del conjunto, ni la avería de varios de sus motores (que pueden ser reparadas con los medios de que se disponen a bordo) tiene otro efecto que disminuir la velocidad de la marcha. No hay temor a que falte la gasolina, pues los depósitos llevan la necesaria para recorrer 20.000 kilómetros (viaje de ida y vuelta de España a la Argentina) sin repostarse de esencia.

Los fenómenos meteorológicos no constituyen un serio peligro para el dirigible. Aparte de que puede evitar los huracanes, pues la telegrafía inalámbrica tendrá al comandante al habla con alguna de las 45 estaciones meteorológicas situadas en las costas de España, Africa y América y en las islas Cana-



Biplano inglés «Sopwith», uno de los primeros aparatos de caza.



rias, Cabo Verde y Fernando Noronha, entre España y la Argentina, y con los buques que navegan en esos trayectos, y la velocidad del dirigible será siempre superior a la del viento y le permitirá rodear esas perturbaciones atmosféricas sin alejarse más de 200 kilómetros de su camino, desviación de poca importancia en un viaje de 10.000; aparte de todo esto, el hecho de tropezar con un huracán no supondría molestias ni peligro para los viajeros. El dirigible se movería con la masa de aire sin otro efecto que el de acortarse o disminuir el camino a recorrer según la dirección en que soplabla el viento; los pasajeros percibirían el huracán por el ruido del aire al chocar con la superficie del agua; pero no notarían otra sensación de viento que la producida por el movimiento relativo del aparato respecto al aire.

Un temporal de nieve, entre Cabo Frío y Buenos Aires, sería un percance de mayor importancia. Será preciso rodearlo o subir unos centenares de metros en busca de la nieve seca, menos peligrosa que la húmeda, porque no se adhiere a la envolvente. En cambio, las tempestades eléctricas serán un espectáculo interesante, pero completamente desprovisto de peligro. Toda la masa del dirigible es conductora y el rayo pasa a través de ella sin otra consecuencia que fundir una de las extremidades del armazón metálico y el peso de plomo colgado en el extremo de la antena radiotelegráfica.

Quizás el peligro más importante sea la imprudencia del pasajero que fume fuera del local destinado para ello. Seguramente se adoptarán medidas de rigor para impedir la catástrofe que originaría el incendio del hidrógeno o de la gasolina, y habrá, en último término, abundante material de salvamento marítimo y aéreo.

Para una línea aérea parece más seguro el dirigible que el aeroplano. Réstanos ver cuál de los dos artefactos ofrece menores peligros como arma de combate.

VIII

LA GUERRA EN EL AIRE

LAS naciones, armadas hasta los dientes, volcaban sus ingresos en los presupuestos de guerra y de marina y perfeccionaban cañones, ametralladoras y fusiles. Era a fines del año 1913. La guerra que iba a desencadenarse sobre el mundo pocos meses después era presentida por algunos, ignorada por muchos y temida por todos. Y como una esperanza



Aeroplano «Gotha» bimotor, con el que bombardeaban los alemanes a París al final de la guerra.

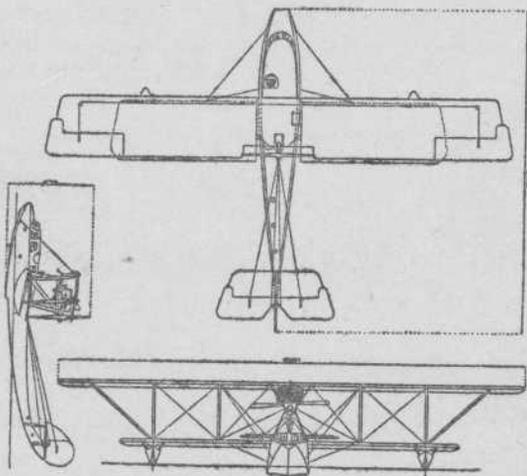
de que el castigo de Dios sería breve se hablaba de los poderosos medios de destrucción que iban a ser empleados por vez primera y que terminarían la lucha a las pocas semanas de iniciada.

España, al margen de la contienda, derramaba su sangre y su dinero en la desdichada aventura marroquí, y en los campos de Africa, en las cercanías de Tetuán y de Melilla, volaron los primeros aeroplanos militares de reconocimiento y de bombardeo.

Uno de ellos fué alcanzado por las balas enemigas. Los aviadores, Ríos y Barreiro, habían derrochado valor poniendo-

se a tiro de los rifeños y derrocharon luego serenidad y pericia tomando tierra en campo español, heridos ambos, pero con el aeroplano indemne. Era el bautismo de sangre de la aviación militar.

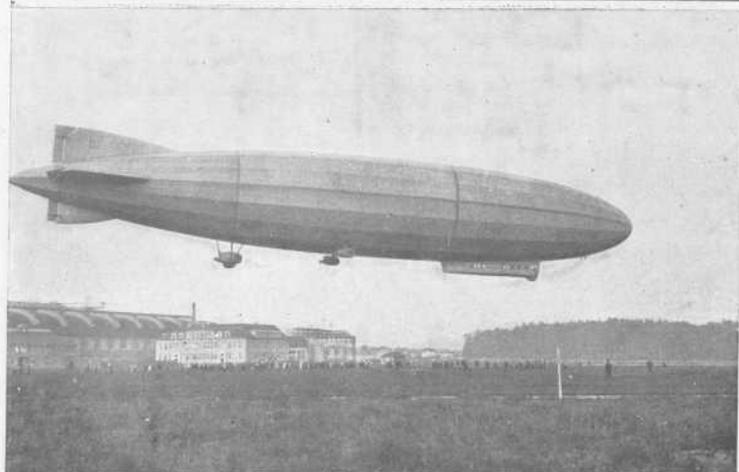
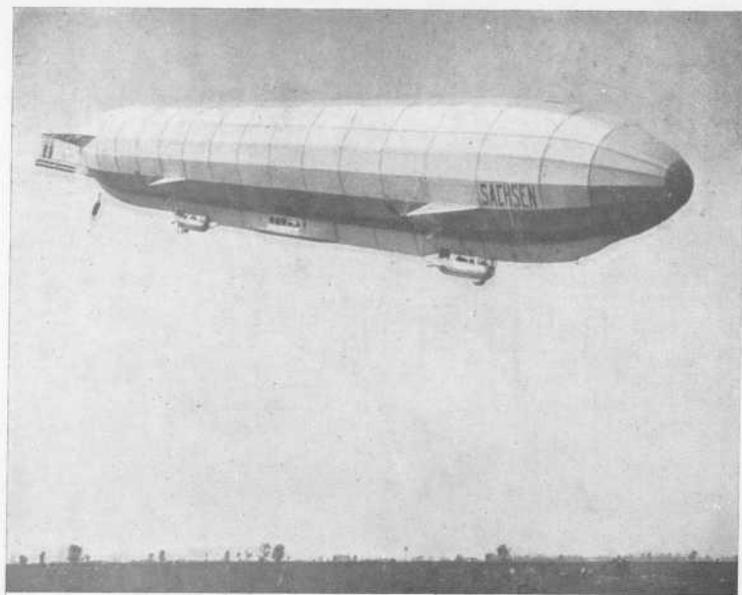
La escuadrilla de Melilla comenzó a funcionar en mayo del año 1914. Arrojaba bombas de 10 kilogramos de peso, especiales para aeroplanos, y llevaba aparatos de puntería tan perfectos como los usados en 1922.



Hidroavión «Farman» utilizado durante la guerra para perseguir submarinos.

Pasaron tres meses y estalló la conflagración mundial. Y en las titánicas luchas de las primeras semanas, cuando ambos ejércitos trataban de asestar al adversario el golpe decisivo, hizo su aparición el arma aérea.

Fué en el mes de septiembre de 1914. El ejército alemán avanzaba hacia el mar, pretendiendo desbordar el ala izquierda de los aliados, y como último recurso ante aquella avalancha formidable reunieron los franceses todos sus aeroplanos y, cargados con granadas de artillería, los lanzaron, en desesperado esfuerzo, contra el adversario.

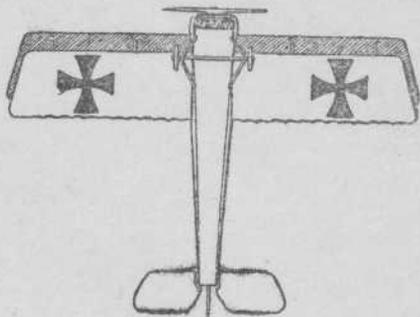


Arriba: Dirigible *Sachsen*. Transportaba 20 pasajeros entre Hamburgo-Berlín, Dresde-Leipzig, etc. Abajo: Dirigible *Bodensee*. Ha hecho 85 viajes entre Friedrichshafen y Berlín (600 km.), y uno de ida y vuelta a Estocolmo (1.600 km.).



Los observadores arrojaban desde 1.500 metros de altura los proyectiles por la borda, sin más visor que un sencillo agujero ni otra regla de tiro que su inciativa; pero fué eficaz su bombardeo y la victoria del Iser, al estabilizar los frentes de combate, fué el primer paso hacia el triunfo definitivo.

En la primavera siguiente ambos ejércitos bombardeaban



Biplano de esa holandés «Fokker», utilizado por los alemanes durante la guerra.

los campos enemigos, destruyendo talleres y estaciones y centros de aprovisionamiento. Las incursiones se hacían hasta 200 kilómetros más allá de las trincheras y los observadores no arrojaban a mano y a ojo las bombas, sino con aparatos de puntería y mediante mecanismos que las dejaban caer automáticamente desde el fondo del *fuselage*. Aumentó gracias a ello el peso de las bombas y llegaron a alcanzar hasta 40 kilogramos.

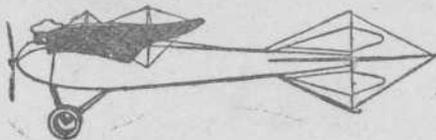
Pero fué efímera la vida de los 500 aviones franceses de bombardeo. En el otoño de 1915 habían sido casi todos destruidos por la aviación de caza de los alemanes.

También en esta rama de la aviación militar correspondía a los franceses la iniciativa. El sargento Franz había abatido, incendiándolo, un aeroplano alemán que reconocía el campo francés en 5 de octubre de 1914, y en la primavera siguiente, Garros, solo, a bordo de su Morane-Saulnier, derribaba con su ametralladora un avión alemán.



Pero el Focker alemán era más rápido que el Nieuport francés y la ametralladora Maxim mejor que el fusil-ametrallador Hotchkis, y pronto se vieron los franceses privados de aparatos de bombardeo y de reconocimiento y pudo el Kronprinz atacar a los fuertes de Verdun sin que los aliados, totalmente ciegos, hubieran podido prepararse para la defensa.

Muerta la aviación de bombardeo a manos de la de caza no vuelve a resurgir hasta 1918, en que aparece el aparato ligero Bréguet. Entonces el alto mando francés amalgamó las aviaciones de caza y de bombardeo, creando 17 escuadrillas de aquélla y nueve de éstas, con un total de 350 aparatos, y se dispuso a dar la batalla decisiva para lograr la supremacía del aire.



Aeroplano alemán «Taube» que bombardeaba París al principio de la guerra.

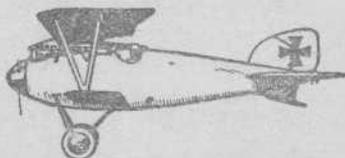
El 23 de marzo se inician los combates aéreos. Las escuadrillas francesas, de dos en dos, marchan con sus jefes a la cabeza y el resto de los aparatos a un centenar de metros. No pierden éstos el contacto con su jefe: a velocidades de 200 kilómetros por hora un minuto de distracción les alejaría lo bastante para no poderle distinguir en el azul del cielo. La formación es tan cerrada que a veces, al final del combate con la patrulla enemiga, no se sabe a qué piloto deben atribuirse las victorias alcanzadas.

Los aviones de caza alemanes retroceden o caen ante la avalancha de diez y seis aparatos que les rodean por todas partes. El 25 de marzo estaba anulada la aviación alemana y no pudo advertir a su alto mando que entre el Somme y el Oise estaba roto el frente aliado y avanzaban victoriosos los germanos. El Estado Mayor francés, en cambio, rotas sus comunicaciones telegráficas y telefónicas y desechas sus líneas tácticas, conocía el desarrollo de la batalla.

Los alemanes no se aprovecharon de la ruptura estratégica del frente enemigo, y los franceses, dueños del aire, pudieron lanzar sobre sus adversarios las patrullas de caza volando a baja altura, ametrallando columnas y convoyes, mientras sus aparatos de bombardeo, en masas de ochenta, bombardeaban los puntos de paso y los nudos de comunicaciones.

La aviación, que había impedido en 1914 el copo de los ejércitos aliados, convirtió la derrota en victoria en la primavera de 1918.

En esta breve reseña del empleo de la aviación en la gran guerra—extractada de la excelente obra del capitán aviador don César Gómez Lucía—hemos visto los diferentes servicios que la nueva arma de combate puede prestar a un ejército en campaña.

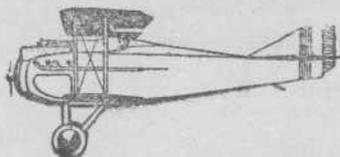


Aeroplano alemán de guerra «Albatros».

El primero de todos es el de reconocimiento. Desde el momento que el avión enemigo puede sorprender una concentración de tropas o señalar a su artillería el emplazamiento de la enemiga se han modificado la táctica y hasta la composición de las restantes armas. Las marchas se hacen de noche; los bosques, los edificios, todo lo que oculta el cielo toma un valor táctico considerable. Y surgen esas ficciones, que parecerían grotescas hace unos años, de los ejércitos de madera y de cartón y de las ciudades y talleres simulados para atraer las bombas de los aeroplanos enemigos, mientras se vive y se trabaja en los verdaderos. Conocida es de todo el mundo la construcción de un falso París en una curva del Sena, que recibió durante muchas noches las bombas destinadas al auténtico París por los aeroplanos alemanes.

Cuando en 1915 iniciaron los franceses la ofensiva a la Champagne encargaron a sus aviadores la misión de seguir las olas de asalto de la infantería para comunicar al alto mando el resultado de la batalla.

Cada unidad de infantería llevaba lienzos, blancos y rojos, de un metro de ancho por tres de largo, que, por su colocación relativa, formaban señales para comunicar con el aviador y enviarle lacónicos mensajes: «Hemos alcanzado el objetivo», «Progresamos», «Estamos detenidos».



Aparato «Spad», usado por el as de los ases Guynemer.

Pero era la primera vez que se empleaba el procedimiento de enlace por aviones. No había precedentes, esos funestos precedentes de la burocracia, y el alto mando francés no concedió a las informaciones aéreas toda la importancia que tenían.

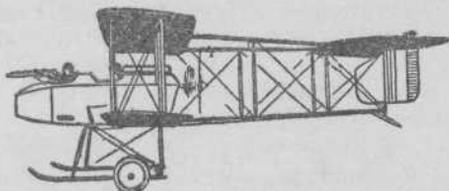
Hubo un instante en que lo viejo y lo nuevo se ofrecieron juntamente a la consideración del general en jefe. La información terrestre aseguraba que un elemento de la segunda línea defensiva alemana, la célebre «trinchera de las tiendas», resistía los ataques de los franceses. La información aérea aseguraba que había sido ocupada por las olas asaltantes. El interés de averiguar si era cierta o no la ocupación era enorme. De ser verdad lo que decían los aviadores, el frente enemigo estaba roto y podía ordenarse el ataque a fondo. De ser cierto lo afirmado por la información terrestre, había que barrer con la artillería a los ocupantes de la trinchera.

Y pudieron más la inercia mental y los prejuicios, y los cañones franceses, atentos a la información terrestre, vomitaron metralla sobre la trinchera.

Cuarenta y ocho horas después se supo que la «trinchera de las tiendas» había sido francesa. Ya sólo quedaban en ella los

cadáveres de aquellos héroes, que recibieron como premio a su valor los proyectiles lanzados por su propia artillería.

Hoy no se repetiría la funesta equivocación, porque se concede a las informaciones aéreas toda la importancia que merecen. Los lienzos de colores permiten a las columnas hablar con el aeroplano, que les contesta con señales fumíferas y deja caer despachos lastrados para comunicar con el Estado Mayor.



Aeroplano «Vickers», con ametralladoras.

El globo cautivo, relegado a segundo término antes de la guerra mundial, volvió a alcanzar en ésta su papel preponderante como auxiliar de la mediana y ligera artillería. Pero, si no está protegido por aviones de caza, corre el riesgo de ser incendiado por las balas de los aparatos enemigos, que, con una crueldad inconcebible, persiguen con sus ametralladoras al indefenso aeronauta, que se salva en el paracaídas. Para conservar, al menos, los croquis y las fotografías, los aparatos modernos disponen de paracaídas, con el que desciende la barquilla entera a una velocidad de cuatro metros por segundo.

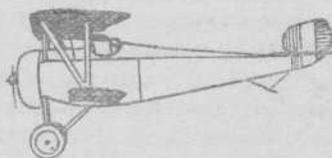
El segundo servicio de la aviación es el bombardeo de los centros de aprovisionamiento y comunicaciones, y también, aunque no debió serlo nunca, el de pacíficas ciudades indefensas. Es imposible hoy una protección eficaz contra los bombardeos aéreos, y mucho más si son nocturnos, y es preciso confiar a la aviación de caza el cuidado de defender los puntos que se estima indispensable librar de los ataques enemigos.

La inusitada actividad aérea de las escuadrillas alemanas sobre el bosque de Saint-Gobain hizo sospechar al alto mando francés que algo se ocultaba en la arboleda, y allí estaba, en

efecto, el gigantesco «Bertha» lanzando sus proyectiles sobre París.

La aviación presta, por último, un servicio de mayor importancia que el reconocimiento, la caza y el bombardeo.

Cuando los ejércitos se han enterrado en las trincheras y se ha paralizado la guerra de maniobras, hay algo que mantiene enhiesta, como una bandera, la moral de los combatientes: son las hazañas de los «ases» que luchan en el aire mientras sus compañeros de armas sienten, bajo tierra, el tedio de la inacción. El «as de los ases» es como la enseña de la patria, y ambos mandos quisieron retirar a Guynemer y a von Richthofen cuando alcanzaron la cifra fabulosa de 50 victorias. Pero ellos siguen luchando sin descanso y caen al fin, como cayeron todos sus predecesores y caerán cuantos sigan esa senda de heroísmo, pues no hay músculos ni vísceras humanas que puedan soportar «montañas rusas» de 2.000 metros de altura, ni la tensión nerviosa de vigilar incesantemente en altísimas regiones, ni las frecuentes caídas verticales sobre la presa propicia.



Biplano «Nieuport», de caza, usado por los franceses en 1916.

El influjo moral de la aviación es enorme en las trincheras y en el pueblo. Más que la toma de una posición o la defensa de un fuerte hiere la imaginación popular la hazaña de «ases» como Fonck, que, gracias a su pericia de tirador, logró abatir 76 aparatos alemanes, o de Navarre, que revoloteaba junto a su víctima hasta que ésta agotaba sus municiones, y disparaba entonces a quemarropa sobre ella.

La táctica moderna exige el empleo de escuadrillas de caza, en vez de los libres guerrilleros aéreos, y quizás esta rama de la aviación pierda en romanticismo lo que gane en eficacia;

pero será siempre uno de los sostenes de la moral, factor indispensable del triunfo.

Los dirigibles también han recibido su bautismo de sangre en la gran guerra. Patrullaron por el mar del Norte y las costas de Inglaterra, advirtiendo a los Almirantazgos de los movimientos del enemigo, y contribuyeron con los hidroaviones al descubrimiento de los submarinos que navegaban ocultos bajo el agua y que se distinguían con claridad desde las alturas. Arrojaron bombas sobre ciudades y llevaron municiones a las tropas coloniales; pero su excesiva vulnerabilidad les colocaba en mala situación cuando tenían que enfrentarse con los aeroplanos enemigos.

Al terminar la guerra disponía Alemania de zeppelins, como el «LZ-112», de 2.000 caballos de potencia, 62.200 metros cúbicos de capacidad y velocidades de cerca de 30 metros por segundo; pero había perdido 48 aeronaves derribadas por el fuego de la artillería antiaérea o las ametralladoras de los aviones y otros tres fueron destruidos, dentro de sus cobertizos, por los bombardeos aéreos del enemigo.

En tiempo de paz es más seguro el dirigible que el aeroplano; en la guerra es menos peligroso, con serlo mucho, el estrecho asiento del aviador que la amplia barquilla de la aeronave.

IX

EL DEPORTE AEREO

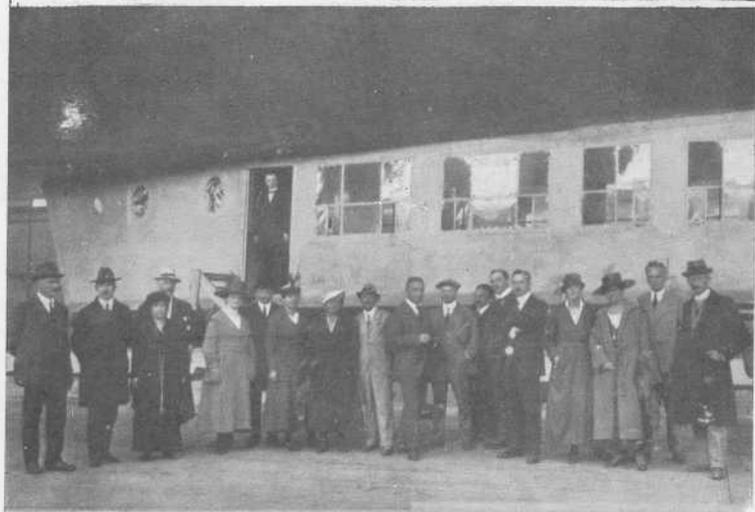
VOLVAMOS la vista a regiones más serenas. Olvidemos los crueles bombardeos de ciudades indefensas, las luchas trágicas de los «ases», el zeppelin que cae bajo la llamamada del hidrógeno... toda esa pesadilla que oprimió nuestros corazones en los terribles días de la gran guerra.

El aeroplano no es todavía un artefacto de la industria pacífica: carece aún de la necesaria seguridad para llevar al viajante de comercio y al turista y al hombre de negocios. Lo ha abandonado el militar y ha ocupado su asiento el deportista.

Y además del aeroplano queda el globo esférico, sin hélice ni motores, que marcha a merced del viento y con el que no puede precisarse el punto ni la hora del aterrizaje. Sólo algún meteorólogo subirá en él para estudiar las altas capas de la atmósfera; el resto de su tripulación estará siempre formado por deportistas.

Porque si la aeronáutica no es todavía, aunque lo será pronto tal vez, la base de un sistema regular de comunicaciones, constituye un deporte de condiciones tan excepcionales, que podría titularse el deporte por excelencia.

El hombre que ha consumido en el trabajo cerebral sus energías y se ha visto obligado a vivir en lugares faltos de aire y de luz, busca en el campo, en los ejercicios al aire libre, el olvido de sus preocupaciones, juntamente con el oxígeno para sus pulmones y el torrente de sangre para sus músculos entumecidos.



Arriba: Llegada del dirigible *Bodensee*. Abajo: Los pasajeros a la salida del dirigible *Bodensee*.



Y mejor que el paseo en automóvil por la carretera polvorienta, o el fatigoso ejercicio del *football*, o la sesión de esgrima en el local cerrado, es el vuelo en avión o en globo, que, al alejarnos de la tierra, eleva a un mismo tiempo el cuerpo y el espíritu, inundando nuestros pulmones con el aire aséptico de las alturas y recreando nuestra vista con la contemplación de extensos panoramas. La rapidez en la decisión, la sangre fría que se adquieren junto al volante del automóvil, y en el campo de *football*, y en la sala de esgrima, se desarrollan con más intensidad cuando se oprime con la diestra la palanca de los mandos que rige y guía las evoluciones del aeroplano, o la cuerda de la válvula o de la banda de desgarre que pondrán fin al viaje del globo esférico, haciéndole descender sobre la tierra.



Aparato «Nieuport» con el que el comandante Herrera realizó el primer vuelo intercontinental (Tetuán-Sevilla) en 14 de febrero de 1914.

Las proezas deportistas dan pronto lugar a la emulación, y aparecen los *records* y los concursos. ¿Quién permanecerá más tiempo en el aire? ¿Quién alcanzará la máxima velocidad en el vuelo? Los constructores aguzan el ingenio y perfeccionan máquinas y aparatos para ganar una copa o para batir un *record*. Y cuando pasa la satisfacción del amor propio por el triunfo obtenido, queda siempre un progreso alcanzado, una nueva orientación ensayada, un prejuicio deshecho, algo, en fin, aprovechable, que vale más que las copas, los premios y los diplomas.

Fué el primer deporte el del globo libre. Junto a la fábrica de gas se inflaban los globos esféricos, y una vez despegados de la tierra quedaban a merced del viento en que flotaban.

El aeronauta sólo podía moverse verticalmente, subiendo o bajando; para lo primero arrojaba lastre por la borda; para lo segundo abría la válvula de escape. Buscaba así en las diferen-

tes capas atmosféricas la corriente de aire más útil para sus fines y se dejaba guiar por ella. Esquivaba la sierra que se oponía a su paso lanzando al espacio lastre, y cuando, falto ya de estos elementos de maniobra y con poco gas en la envolvente, pues se vió obligado a darle salida cuando dilataron su volumen los rayos del Sol, escoge el sitio donde ha de tomar tierra, un cable, la cuerda freno, desprendido de la barquilla, va rozando contra el suelo y consumiendo así parte de la velocidad del globo. Ya ha disminuido ésta bastante y ha llegado el momento de parar. Un tirón de la banda de desgarrar y se abre ancho boquete en la tela; por él se escapa el gas y la barquilla toca en tierra y cae junto a ella o sobre ella la tela cauchotada de la envolvente.

El aeronauta se habrá visto envuelto entre los pliegues de su globo desinflado, o habrá recibido con excesiva intensidad el abrazo de bienvenida de la madre tierra; pero todo lo da por bien empleado al recordar el extenso panorama que abarcó su vista y el halo misterioso que circundaba la sombra de su frente reflejada sobre las blancas sinuosidades del mar de nubes.

La distancia más grande recorrida en globo libre ha sido de 3.052 kilómetros (más que un viaje de ida y vuelta de Madrid a París), por Berlaner, que el 8 de febrero de 1914 salió de Bitterfeld para tomar tierra en Perm (Siberia) el día 10 del mismo mes.

Otro piloto alemán, el Dr. Bersen, está en posesión del *record* de altura, pues logró elevarse a 10.800 metros en un globo «Deutschland», el 31 de julio de 1901.

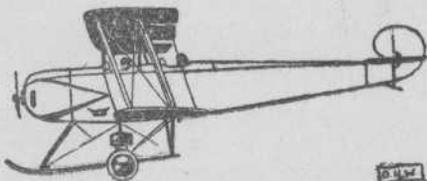
Esta altura sólo ha sido sobrepasada por los globos sondas —sin pasajeros—, que han llegado hasta 29.040 metros de altura (Bélgica, 5 de noviembre de 1908).

Y, por último, el piloto alemán Kaulen permaneció en el aire ochenta y siete horas, cerca de cuatro días, entre el 13 y el 17 de diciembre de 1913.

Todos los años «se corre una copa» internacional (pidamos perdón a la Academia por el disparate gramatical) de globos esféricos, que lleva el nombre del Mecenas de la aerostación Gordon Bennet. Este año salieron 19 globos, de diversas nacionalidades, del parque de Ginebra. Un aeronauta belga, Demuy-

ter, fué quien aterrizó a mayor distancia (1.372 kilómetros) del punto de partida. Su país ha ganado la copa y el año próximo se repetirá en él la prueba. Y si una nación gana la copa tres años seguidos quedará ésta de su absoluta propiedad.

Los dirigibles, más útiles que los globos libres, también han batido *records* y han realizado proezas, aunque no haya habido hasta ahora concursos especiales para ello, pues el premio Deutsch, ganado por Santos Dumont en 19 de octubre de 1901, exigía solamente un viaje de ida y vuelta desde Saint-Cloud hasta la torre Eiffel, y hoy, que se hacen millares de kilómetros y se alcanzan velocidades con que no soñaba el inventor americano, no puede hablarse de aquellas modestas aventuras mas que en los archivos históricos de la aeronáutica.



Aeroplano «Avro», con el que el teniente Leesa ha ganado 26 avistadas en los alrededores de Getafe.

El 22 de noviembre de 1917 salió de Jamboli (Bulgaria) un zeppelin para llevar cinco toneladas de medicamentos, medio millón de balas y dos toneladas de material de guerra a las tropas coloniales alemanas que, separadas por completo de la metrópoli, llevaban tres años de heroicas luchas en Africa.

Cruzó la aeronave el Asia Menor, salió al mar cerca de la isla de Creta y se internó en los desiertos africanos, cruzando los oasis de Farafrah y Siwa, entre el asombro y el terror supersticioso de los beduinos. Cuando se hallaba en Khartum, cerca de la frontera de Abisinia, recibió el dirigible desde Nauen la orden de regresar a su base, pues había sido aniquilado el destacamento en cuyo socorro navegaba. Y el 25 de noviembre entraba en el cobertizo de Jamboli, después de haber reco-



rrido 7.200 kilómetros y teniendo aún en sus depósitos la gasolina suficiente para treinta horas de navegación.

Otros dos zeppelines han batido igualmente el *record* de altura el uno y el de velocidad el otro. El «L-49», en 20 de octubre de 1917, navegó a 7.600 metros de altitud, y el pacífico «Bodensee» desarrolló en sus viajes comerciales una velocidad de 140 kilómetros por hora.

También los aviadores quieren continuar luchando en épocas de paz y se disputan tenazmente la posesión de los diferentes *records*. Fouck y Casale intentan repetidas veces ganar el *record* de altura, que fija, por fin, el último en 10.100 metros, en un Nieuport con motor Hispano, sobrepasándole Mac Redy el 28 de septiembre de 1921, en que alcanzó 10.510 metros.

Romanet y Sadi Lacointe aspiran a poseer el *record* de la velocidad recorriendo un kilómetro de distancia a pocos metros del suelo. Romanet encuentra trágica muerte en la empresa y Sadi Lacointe, para suprimir resistencias al avance, quita el parabrisa que le protege el rostro, y con la cabeza oculta entre el *fuselage*, mirando a través de unas hendeduras, logra alcanzar los 315 kilómetros a la hora primero y más tarde los 341 con 239 metros.

El capitán Alcock y el teniente Brown salen de Terranova el 15 de junio de 1919 y llegan a Irlanda diez y seis horas después, habiendo cruzado por vez primera los 3.000 kilómetros de anchura del Atlántico por los libres caminos del aire. El proverbio latino que afirma el favor de la Fortuna para los audaces tuvo plena confirmación en el viaje transatlántico. Sólo cuatro veces pudieron hacer uso del sextante y corregir el rumbo. Se les estropeó la brújula y se les rompió el indicador de velocidades. Durante cuatro horas navegaron entre niebla tan espesa, que descendieron desde 3.000 metros de altura a 10 metros sobre las olas, sin darse cuenta de ello. Y a pesar de todo sólo se alejaron 20 kilómetros de la bahía de Clifden, donde se habían propuesto rendir el viaje.

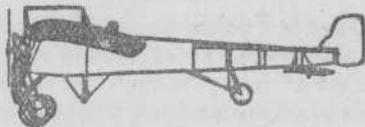
Añadamos, como detalle curioso, que, a pesar de haber recorrido la máxima distancia en aeroplano, no estaba el malogrado capitán Alcock (muerto pocos meses después en un vuelo sin importancia) en posesión del *record* de máxima distancia. Según la Federación Aeronáutica Internacional, es preciso para

ello que sean el mismo el punto de llegada y el de partida, y la presencia de comisarios de ruta en el camino.

También se han realizado viajes largos de costosa y difícil preparación. Se ha ido desde París a Dakar, desde el Cairo a el Cabo, desde Roma a Tokio y desde Londres a Australia. Los hermanos Smith, héroes de esta última jornada, intentaron también la vuelta al mundo en avión y uno de los dos murió en un vuelo preparatorio.

Los pilotos americanos Stinson y Bertand permanecieron, el día 29 de diciembre de 1921, veintiséis horas, diez y nueve minutos y treinta y cinco segundos en el aire sobre un monoplano Junkers, completamente metálico.

Otro aviador, Fronval, bajo el cielo de Cuatro Vientos, eje-



Aeroplano con el que realizó Bleriot la travesía del Canal de la Mancha.

cuta en dos horas 624 lazos (*loopings*) y más tarde eleva esta cifra a 962 en cuatro horas escasas, interrumpiendo su faena por haberse agotado la gasolina antes que sus energías.

Otro aspecto deportivo de la aviación es la caza en aeroplano. El teniente español D. José Lecea ha cazado bastantes avutardas en los alrededores de Madrid, haciendo gala de sus excepcionales condiciones de piloto, y probando que el pájaro metálico es superior, en muchos conceptos, al natural.

Queda un último aspecto deportivo de la aviación: el vuelo sin motor.

Son estos aeroplanos ligerísimos, desprovistos de motores y de hélice, algo semejante a lo que son los globos libres respecto a los modernos dirigibles. Carecen de iniciativa y deben amoldarse a lo que el viento quiera hacer de ellos.

Lanzados desde una altura, la gravedad, al tirar de ellos, les

imprime una velocidad que puede aprovechar el piloto hábil para retrasar la inevitable caída. Si les coge una corriente de aire ascendente que roza la falda de una montaña, pueden elevarse gracias a esa corriente y descender después por la atracción gravitatoria. Y este ciclo se puede repetir de un modo casi indefinido, y permanecer el avión sin motor horas y horas en el aire, del mismo modo que la bolita de celuloide lanzada hacia arriba por el surtidor de la fuente es vuelta a recoger en su descenso y elevada de nuevo, permaneciendo sin tocar al suelo mientras brote la vena líquida del orificio del surtidor.

En la región del Rhön los alemanes Maertens y Hentzen han logrado permanecer en el aire una hora y seis minutos el primero y tres horas el segundo, y el francés Maneyrolles ha volado sin motor, durante tres horas y veinte minutos, en Hillford Hill (Inglaterra).

El aviador holandés Focker ha volado durante trece minutos, llevando un pasajero en un aeroplano sin motor.

Los franceses miraron al principio con desdén y con recelo los proezas de los pilotos alemanes; pero han acabado por rendirse a la evidencia y han establecido multitud de premios. Entre otros, uno de 15.000 francos para quien recorra 20 kilómetros con una pendiente de un doceavo (es decir, que por cada metro que se descienda verticalmente se avancen doce en sentido horizontal).

Con tiempo en calma o con viento horizontal y uniforme en las diversas capas atmosféricas es imposible el vuelo sin motor. Pero no por eso son inútiles los concursos de aviones de esta clase, pues para obtener un éxito mediano es preciso construir alas de una extremada finura (en el sentido aerodinámico de la palabra), es decir, de poca resistencia al viento y de gran poder sustentador.

Hemos dicho que en los aeroplanos corrientes la fuerza sustentadora era, aproximadamente, siete veces la resistencia al avance. En el aparato de Hentzen esta relación es de diez y seis. Dejemos, pues, a los estudiantes y aficionados alemanes que construyan sus aparatos sin motor. Los perfiles de ala que salgan vencedores en los certámenes irán más tarde por el aire al empuje de las hélices y los motores.

X

ENTRE LO QUIMÉRICO Y LO REALIZABLE

HEMOS desarrollado los anteriores capítulos bajo la presión, un tanto desagradable, de la ciencia. Cierto que muchas veces hemos sacrificado la exactitud en aras de la claridad; pero siempre hemos sentido sobre nuestra pluma el peso de las fórmulas de la aerodinámica y de las cifras de las estadísticas, y ya es hora de sacudir la tutela de la lógica y dejar vagar libremente la imaginación.

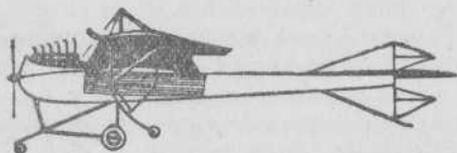
¿Cómo serán los futuros aparatos de navegación aérea? ¡Quién lo sabe! ¿Pero quién nos impide hablar de ellos, tal como nosotros los concebimos? Puede que la inmediata realidad no esté de acuerdo con nuestras presunciones, que siempre fué mal oficio el de profeta; pero teniendo cuidado de no fijar fechas próximas para nuestras profecías, siempre nos quedará el recurso de afirmar su realización en los remotos tiempos venideros. El profeta Jeremías afirmó hace muchos siglos que los hombres forjarían las rejas de los arados con los hierros de las espadas y de las lanzas; pero como no dijo cuándo ocurriría tan feliz acontecimiento, no ha perdido nada de su crédito y podemos recrear nuestro espíritu con la esperanza de la futura paz universal.

Al hablar de los aeroplanos señalamos su principal defecto. Necesitan una velocidad horizontal para producir el viento relativo que origina la sustentación. El hombre ha logrado vencer a los pájaros gigantes (diganlo las avutardas, de 12 kilogramos de peso y 2,50 metros de envergadura, cazadas en el aire por

Lecea) y no puede imitar a la abeja o a la avispa, que se inmovilizan ante el cáliz de la flor.

¿Y por qué no cambiar de posición a la hélice y montarla sobre un eje vertical para que tire hacia arriba del aparato en vez de arrastrarlo horizontalmente?

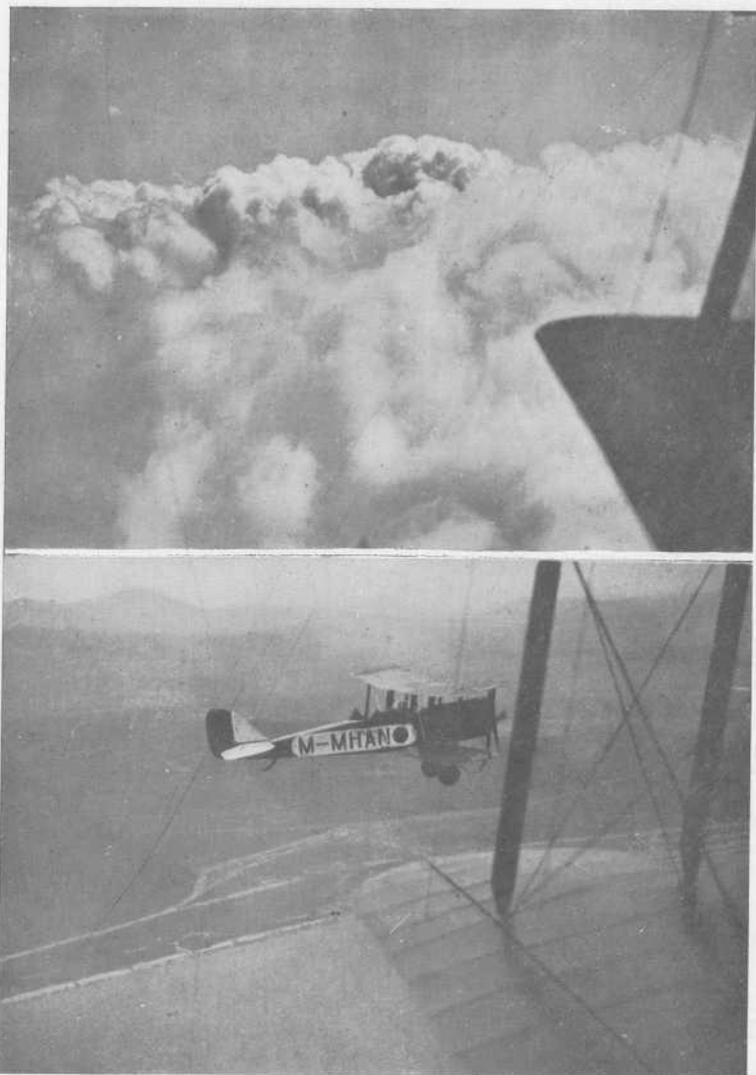
Por el pronto disminuirá notablemente la capacidad de peso del aparato, que ya no se llamará aeroplano, sino «helicóptero». Recordemos que si una hélice da un tirón horizontal de 100 kilogramos, produce una sustentación vertical de 700 (suponiendo igual a 7 la relación entre la resistencia y la sustentación, que es más grande en algunos aparatos). Y si colocamos la hélice hacia arriba, el tirón vertical será de 100 kilogramos, y sólo 100 kilogramos podremos elevar verticalmente.



Aeroplano «Antoinette», primer aparato que se elevó a mil metros.

Pero hay algo más grave todavía. Cuando el helicóptero se desplace horizontalmente—pues para subir o bajar tan sólo nos sobra el globo cautivo—las dos aspas de la hélice golpearán el aire con velocidad distinta; una de ellas se moverá en el sentido en que avanzamos y otra en el contrario. La segunda chocará con más fuerza que la primera y la resistencia sustentadora será mayor en un lado que en el otro. El aparato se desequilibrará y vendrá rápidamente a tierra.

Teóricamente está resuelto el problema colocando dos hélices que giren una hacia la derecha y otra hacia la izquierda. Ello exige un mecanismo especial a base de engranajes, que a la menor avería daría al traste con el helicóptero y sus tripulantes. Pero en cambio de su mal rendimiento y de la probabilidad de una avería por complicaciones del mecanismo ten-



Arriba: Mar de nubes, fotografiado desde un «Haviland». Abajo: Aparatos de bombardeo españoles volando sobre Nador. (La primera letra M, inicial de Madrid, indica su nacionalidad española; la segunda M, su condición militar; la H, el tipo a que pertenecen: «Haviland», y las dos finales son números de orden.)

dría el helicóptero la inmensa ventaja de no necesitar extensos campos para lanzarse al aire ni para rendir el vuelo.

Un aviador tuvo una vez la humorada de anunciar que pensaba tomar tierra en el ruedo de una plaza de toros, y no faltó una autoridad celosa que se dirigió a los jefes del intrépido piloto rogándoles prohibiesen aquella nueva suerte del toreo. Si el helicóptero hubiera sido algo resuelto definitivamente, hubiera sobrado sitio en la plaza para la maniobra del aterrizaje y el aviador no hubiera corrido otros riesgos que los exclusivamente taurómacos.

Otra ventaja enorme del helicóptero será la supresión definitiva de las funestas «pérdidas de velocidad». Cuando el motor se pare, el aparato descenderá verticalmente atraído por la tierra, y sus hélices, girando a impulsos del viento de la caída, frenarán el descenso, que se hará suavemente y sin peligros. El piloto de globo lleva un paracaídas que, cuando deja de sustentarle el globo, retrasa y dulcifica su descenso. El piloto de helicóptero se encontraría, al pararse su motor, con que su aparato se transformaba automáticamente en paracaídas.

Advirtamos, sin embargo, que el inventor americano Berliner no se ha atrevido a elevarse más de seis metros con su helicóptero por la brusquedad de las tomas de tierra.

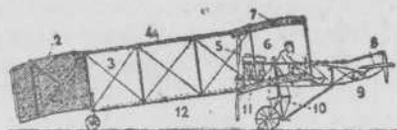
¿Y por qué no combinar el aeroplano con el helicóptero, utilizando las ventajas de ambos procedimientos de vuelo? Esa misma pregunta debió formularse el ingeniero español don Juan de la Cierva y Codorníu, y para contestarla ha proyectado y construido diversos aparatos autógiros.

Imaginemos un aeroplano desprovisto de alas. Sólo le restan el *fuselage* con la cola y el timón en un extremo, y el motor y la hélice en el otro; dos ruedas y un patín le completan, formando su tren de aterrizaje. Y delante del asiento del piloto surge una pirámide de tubos y en su vértice una hélice de cuatro aspas casi horizontales.

Se pone en marcha el motor y el autógiro corre sobre el campo. Las aspas de la hélice sustentadora (la que va articulada en el vértice de la pirámide de tubos) giran a impulso del viento y presentan una resistencia que eleva y sustenta el aparato. La superficie de las aspas de la hélice es mucho menor

que la de las alas de un aeroplano; pero, en cambio, su velocidad es muy grande—pues se suman la velocidad de giro y la de la marcha del aparato—, y como la sustentación depende de la presión del viento, y ésta, a su vez, de la superficie y de la velocidad, poco importa que disminuya la una si aumentamos considerablemente la otra. ¿Entonces el autógiro es igual al aeroplano? Exactamente; pero con una ventaja sobre éste: que al pararse el motor de gasolina y entrar en juego el motor gravitatorio, es decir, cuando cae verticalmente el aparato por falta de velocidad lateral, la hélice sustentadora se transforma en paracaídas helicóptero y es el descenso suave y sin peligro.

Pero al hablar del helicóptero dijimos que precisaba dos



Aeroplano con el que Farman cubrió por primera vez en Europa un circuito cerrado de un kilómetro.

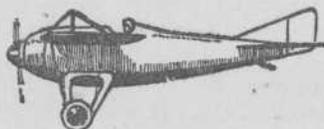
hélices para no quedar desequilibrado, y sólo hemos hablado de una hélice sustentadora en el autógiro (la que va acuada en el eje del motor sólo tiene por objeto producir la marcha lateral necesaria para hacer girar a la hélice de las cuatro aspas horizontales). En los primeros ensayos se colocaron también dos hélices en el modelo de autógiro; pero la práctica demostró que una de ellas influía sobre la otra, haciéndola perder velocidad, y fué preciso recurrir a la ingeniosa teoría de la compensación, que permite usar una sola hélice sin más que dotar a las aspas de un determinado ángulo de ataque negativo. Los peligros que ofrece el helicóptero de un agarrotamiento en una de las hélices son aquí mucho menores, pues la hélice sustentadora gira loca sobre su eje sin conexión alguna con el motor.

Quien ha escrito estas líneas ha visto volar perfectamente pequeños aparatos de demostración y ha presenciado las experiencias verificadas en aparatos grandes, en las que se han ido rectificando coeficientes, corrigiendo defectos y subsanando

omisiones. Es posible que el autógiro sea la futura máquina de los vuelos comerciales; es posible que defectos o peligros no encontrados hasta ahora obliguen a abandonar la idea o a modificarla radicalmente; pero el tiempo empleado y la experiencia adquirida no se habrán perdido nunca y serán, por el contrario, fuente y origen de futuros descubrimientos y perfecciones.

Ya le hemos quitado las alas al aeroplano y nos hemos encontrado con el helicóptero y el autógiro. Hagámosle ahora otra amputación: le dejaremos las alas y le quitaremos la hélice.

No vamos a volver a los vuelos sin motor de los aviadores



Aeroplano «Duperdusin», ganador de la primera copa Gordon-Bennet.

alemanes, vamos a dejar el depósito de gasolina; pero la vamos a emplear de una manera distinta. En los motores ordinarios producimos una explosión en el cilindro y utilizamos el empujón recibido por el émbolo para mover la hélice y que ésta arroje hacia atrás una masa de aire, que es quien nos comunica el impulso hacia delante. ¿Por qué no lanzar directamente hacia atrás los gases resultado de la explosión y avanzar por el aire como uno de esos cohetes que alegran las fiestas pueblerinas?

Tengamos presente que la hélice se lleva en muchos casos el 50 por 100 de la potencia del motor y que el rendimiento de éste tampoco puede citarse como modelo de buena administración, para ver lo que ganaríamos el día que alcanzasen forma práctica los «propulsores de reacción» del comandante Herrera.

Y por si éste no logra una solución a su problema, estudiemos la idea del aeroplano cohete, que en vez de gasolina lleve pólvora o nitroglicerina en sus depósitos. Al llegar aquí

hemos de pedir al lector que nos crea bajo nuestra palabra, pues, fieles a la consigna de no estampar fórmulas algebraicas en este libro, sólo diremos los resultados finales a que el cálculo conduce.

El tiempo de permanencia de un cohete en el aire depende de la velocidad de salida de los gases, y ésta, de la potencia del explosivo. Rechacemos la trilita por inofensiva y ensayemos un explosivo, el más potente que se puede imaginar y que, afortunada o desgraciadamente, no se ha llegado a fabricar. Se trata de una mezcla de ozono (oxígeno concentrado) e hidrógeno líquido. Y veríamos que aun con ese infernal brebaje no permaneceríamos en el aire arriba de unos cuantos minutos.

¿Desistimos por eso de nuestro aeroplano cohete? De ningún modo; un sabio inglés, Sir Oliver Lodge, nos ha prometido que la humanidad encontrará antes de un siglo el medio de utilizar la energía interatómica.

En un cuerpo por pequeño que sea hay un almacén de energía formidable. En un vaso de agua hay la suficiente para elevar toda la escuadra inglesa, con sus millones de toneladas, a la cima del monte Everest, el más alto del mundo. Y esa energía, al desprenderse, lo haría en forma de radiaciones velocísimas (de muchos millares de kilómetros por segundo).

El día que se cumpla la profecía de Sir Oliver Lodge será posible construir un aparato, sin alas y sin hélice, con solo un tubo de escape, por el que salga el tropel de los átomos disgregados, que se elevará en el aire, venciendo la atracción terrestre y salvará los límites de la atmósfera, perdiéndose en los espacios siderales. Porque el tal aparato no necesitará de aire para alimentar sus motores ni para sustentar sus alas, y en los varios meses que podrá permanecer en el aire desarrollando velocidades inconcebibles, podrá visitar las yertas desolaciones de nuestro satélite la Luna, y a Venus envuelta en nubes, y a Marte el de los canales misteriosos.

Y la aeronáutica habrá cumplido el lema de su escudo:

Sic itur ad astra.

(Así se va a los astros)

6 octubre 1922.

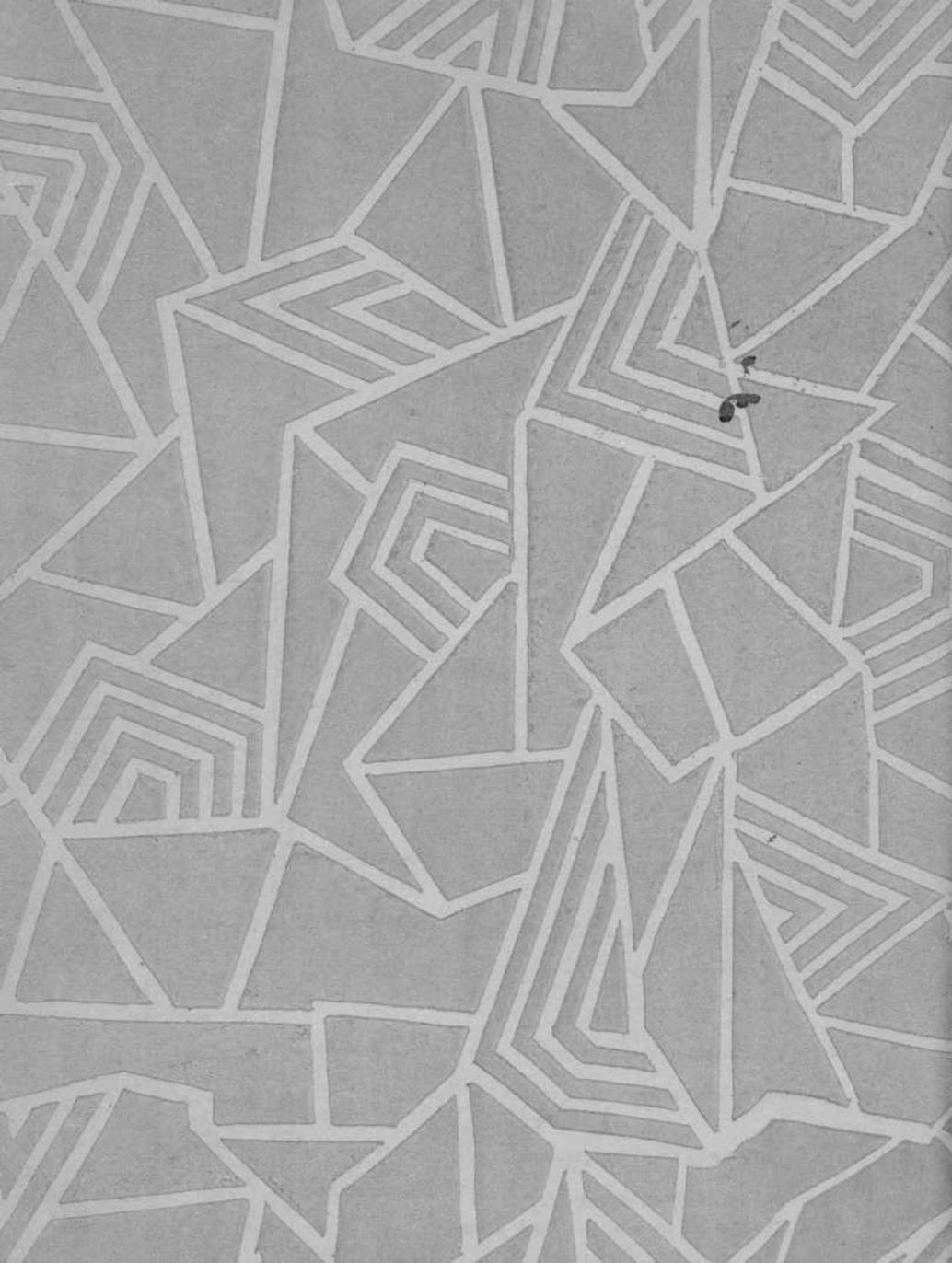
INDICE

	<u>Páginas.</u>
I.—Los recursos contra la gravedad.....	7
II.—Un poco de aerodinámica.....	13
III.—El aeroplano.....	20
IV.—El motor de aviación.....	30
V.—El dirigible.....	40
VI.—Los viajes aéreos.....	51
VII.—Los peligros de volar.....	65
VIII.—La guerra en el aire.....	71
IX.—El deporte aéreo.....	80
X.—Entre lo quimérico y lo realizable.....	87

106152212











CARACCIOLI

DIRIGIBILI
AEROPLANO



D-2

868