

# Vuelo sin motor: Su historia, teoría e importancia

Por JOSÉ G. FONTECHA, Piloto "C" de Vuelo sin Motor.

Es muy viejo el arte de volar. Quienes hoy contemplan, brillantes a los rayos del sol, las siluetas fantásticas de las grandes máquinas voladoras del presente, ignoran casi en su totalidad los esfuerzos que han sido necesarios hasta llegar al momento actual, en que la aviación constituye no sólo un elemento poderoso para el más eficiente servicio de las naciones, sino también—y he aquí su principal aplicación—para la defensa de sus intereses. La prueba más elocuente de ello nos la dan estas horas por que atraviesa el mundo, donde el avión se nos muestra como un arma principal de defensa y ataque, a más de como una solución al problema de la distancia, al recorrer con velocidad insospechada espacios que antes de su aparición hubieran tardado en cubrirse meses enteros.

En la Mitología, que a pesar de su carácter puede considerarse en este caso como un anticipo de lo existente, hallamos una de las primeras manifestaciones de este arte, que con el tiempo y después de lentas pero sucesivas transformaciones, había de constituir para el hombre la meta de una apasionante aspiración. No bastaba a la Humanidad poseer abiertas y francas las rutas de la tierra y el mar; no satisfacía a su ambición dominadora la posesión de tan magníficos elementos, y como una alucinante y epidémica fiebre, surge el afán de dominar también los caminos a través del aire. ¿Cómo? He aquí la pregunta que, sin duda, debieron hacerse tantos hombres, pero que durante largo tiempo permanece silenciada. Indudablemente, volar era posible; la contemplación del vuelo de las aves argumentaba este deseo, y a su lado una pléyade voluntariosa y tenaz trata de hallar la solución que permita el mayor éxito en tan arriesgada como prometedora empresa.

Creta se erige, gracias al relato de P. Ovidio Nasón, en escenario de uno de los más remotos intentos, y por él mismo conocemos la prisión que sufre Dédalo, impuesta por Minos, rey de la isla. Dédalo siente deseos de regresar a su patria, pero Minos le cierra el camino a través de la tierra y el mar. Aquí la imaginación de Ovidio pone en la mente del prisionero la posibilidad de intentar su fuga, utilizando para su evasión el único camino donde no llega el poder de Minos: el aire. El mismo relato nos presenta a Dédalo realizando, acompañado de su hijo Ícaro, la tarea de unir gran cantidad de plumas de ave, con lino y cera. Ícaro aprende de su padre y le presta ayuda en su trabajo. Llega la hora. Ya están fabricadas las alas que han de servir para su evasión y Dédalo, mientras coloca a su hijo un par de ellas, le dicta las últimas instrucciones: No ha de volar cerca del sol ni demasiado bajo, y... comienza la ascensión. Todo va bien, pero cuando está logrado el deseo, surge lo inevitable. Ícaro, demasiado imprudente, se aproxima al astro de oro, y así viene la tragedia: derrítese la cera que une sus alas, y su cuerpo se precipita contra las aguas del mar Egeo.

Ícaro, pues, se transforma así en la primera víctima de

la aviación, si bien por el carácter mitológico del relato de Ovidio no alcanza el privilegio de víctima efectiva, reservado a Causin, que pierde la vida al intentar un vuelo en Constantinopla. Esto sucedía en el siglo XI. En el siguiente se predice la futura transformación de los aparatos voladores, y es desde entonces, y hasta la época de la auténtica estabilidad de la aviación, cuando se comienzan a hacer estudios sobre el arte de volar por multitud de sabios, o simplemente audaces, que ven en el aire el nuevo elemento de expansión. A estos estudios y a sus realizadores, que en muchos casos encontraron la muerte en sus intentos, debe el presente el actual desarrollo, cimentado con sus heroicos esfuerzos.

En 1430 aparece la primera gran figura: *Leonardo da Vinci*, cuyos estudios sobre el vuelo de los pájaros marcan el principio de una gloriosa era aviatoria, secundada por ulteriores ensayos, a los cuales prestaron su apoyo infinidad de hombres de ciencia. En 1868 se aprecian notabilísimos progresos, puestos de manifiesto en la primera Exposición de Aviación celebrada en Londres. Es en 1890 cuando da comienzo la etapa científica del avión, y a partir de esta fecha la experiencia de casi medio siglo dota a la aviación de un singular tecnicismo, con la aparición de leyes que rigen la construcción y ensayo de las nuevas máquinas voladoras. Ya pasó la aviación a ser un elemento técnico por excelencia; pierde el carácter arrojado y casual que se le había atribuido; no es ahora la aviación ocupación de ensayistas ni decididos, como lo había sido durante tantos años, y aquel deseo, tan loablemente manifestado por los primeros iniciadores, encuentra el apoyo de la Ciencia, que presta grandísima ayuda con la aportación de inteligencias tan esclarecidas como lo fueron las de Mouillard, sir Hiram Maxim, Phillips y Lagley, el último de los cuales establece las primeras leyes aerodinámicas. Hay que detenerse, sin embargo, en el detalle de la vida de uno de los más grandes propulsores de la aviación: *Otto Lilienthal*. Otto Lilienthal, el hombre que legara a la aviación magníficos estudios y datos para su desarrollo, tuvo una vida evidentemente agitada y triste en su adolescencia; es decir, hasta su mayoría de edad, en que fructificaron sus conocimientos con auténtica lozanía. Nació el 24 de mayo de 1848 en Anklam (Alemania). Ya cuando contaba apenas quince años llamó la atención el vuelo de los pájaros y para evitar las burlas de sus compañeros hacía acompañar por las noches de su hermano hasta un monte cercano, desde cuya cima, utilizando unas alas fabricadas por él con madera de haya, lanzábase en vertiginosa carrera monte abajo. Aprecia así Otto Lilienthal el efecto de la resistencia, pero no consigue volar. En el año 1861 muere su padre y ha de dedicarse a buscar el sustento para vivir. Mas estas actividades no privan a Lilienthal de proseguir las iniciadas en materia aviatoria, y con ayuda de los conocimientos adquiridos, rápida y tenazmente se afana en el descubrimiento de leyes que más tarde habían de constituir una sólida base para la enseñanza.

A los hermanos Lilienthal (puesto que, como sabemos, fueron dos y, no obstante haber sido Otto quien más se ha distinguido, su hermano colaboró con él) se deben algunos descubrimientos, que constituyen origen de interesantísimos avances en la ciencia aeronáutica.

Uno de ellos, y quizá el que mayor importancia reviste, es el relativo a la forma curvada de las alas. Los hermanos Lilienthal construían para sus ensayos pequeños aparatos, sobre los que estudiaban. Improvisadamente, un día que probaban el efecto del aire sobre alas de diversa forma, descubren el producido por una ligeramente curvada y, de aquí, nace la necesidad de dar esta forma a todas las que utilizaran en los vuelos realizados con posterioridad a su descubrimiento.

Otra consecuencia de los estudios realizados por los hermanos Lilienthal es situar el centro de gravedad en un lugar fijo y determinado para los distintos aparatos. Ambos extremos han sido posteriormente demostrados por la experiencia.

No bastaba con haber desafiado y vencido; había que hacer algo más todavía, y se hizo más. No se había llegado al fin. El fin había de ser mucho más temerario y atrevido; ya resultaba un tanto insuficiente el poder volar; la altura y la distancia serían ahora el blanco y, la soberbia o el afán de superación, dotan al avión de una autonomía que no posee. Para conseguirlo, a la interminable lista de héroes: Causin, Juan de B. Dante, Bernain, Recqueville, Lilienthal y tantos otros, habrá que añadir algunos más. Son los hermanos Wright quienes en 1911 demuestran la posibilidad de instalar en los aviones un motor. Por segunda vez el éxito corona la tentativa, surgiendo así el avión con motor, cuya utilidad conocemos.

Lo nuevo parece sumir a lo conocido en un olvido algunas veces duradero, y esto precisamente sucede con el avión sin motor. Transcurren años de inactividad, hasta que, después de la guerra europea, pasa a constituir una rama de la Aviación, arma que atrae la atención de los hombres de ciencia.

No por ello había de morir lo que dió cuerpo al arte nuevo, y otra vez surge en Alemania, país que detenta una indiscutible primacía en cuanto hace referencia al vuelo sin motor, el deseo de afianzar aún más lo existente, celebrándose en 1920 el primer concurso de vuelos sin motor, de excelentes resultados. En 1921 se organiza en Puy-de-Dôme un concurso de aviones sin motor, en el que se distinguen notablemente Chardon, Landes y otros, resultando vencedor Bossoutrot. Se instituyen premios, se hacen concursos y torneos, y a medida que se avanza en la extensión de este arte, aumenta el número de naciones que demuestran su interés por su desarrollo. En 1922 se celebran las pruebas de Itford Hill, a las que acudieron varios países, y durante las cuales Faynhan permaneció en el aire una hora y cincuenta y tres minutos, "record" que fué batido por Maneyrol en tres horas y veintidós minutos. Durante los años 1929 a 1931 se establecen: el "record" de altura, con 3.700 metros; el de duración, con catorce horas y cuarenta y cuatro minutos, por el piloto alemán Dinort, y el de distancia, por Groenhoff, también alemán, con 172 kilómetros de recorrido.

Kronfeld, Wolf Hirtz y Groenhoff no pueden pasar inadvertidos en este relato. Decididos colaboradores del volovelismo internacional, sus nombres figuran entre los más destacados. Al primero de ellos, Kronfeld, cabe el honor de haber descubierto la ascendencia en los cúmulos y la utilización de la no menos importante producida por los frentes tor-

mentosos, aprovechando una de las cuales cubre una distancia de 143 kilómetros. Tanto a él como a Groenhoff y a Hirtz se deben multitud de "records", realizados durante los años 1929 y siguientes.

España, por su parte, asistió impasible a estos progresos aviatorios en la rama volovelística sucedidos en las demás naciones, y no recogió la corriente de instauración en los límites de estas actividades, tan arraigadas ya en el extranjero. "Más vale tarde...", dice el refrán y así, en 1930, son comisionados para asistir a un curso en la Escuela del Rhön los señores Más de Gaminde y Albarrán, primeros propulsores del vuelo sin motor español, que hasta entonces no había sido sino ligeramente ensayado por el célebre inventor don Juan de la Cierva, Corbella y otros. Obtenido el título C de piloto de vuelo a vela, el Suboficial señor Albarrán se erige en el propulsor de cuantos hechos se relacionan con el vuelo sin motor en nuestra Patria. Bajo su dirección se celebran cursos, conferencias, etc. Barcelona presencia los primeros vuelos planeados en la playa de Castelldefells. En Madrid, y en Retamares, un grupo verifica prácticas con un planeador tipo *Zogling*; con otro aparato del mismo tipo funciona a las órdenes del señor Albarrán el Grupo de Ingenieros Industriales en La Marañosa, donde en 1932 tiene lugar el primer concurso nacional de vuelos sin motor, en el que se conceden 32 títulos de la clase A. Continúan las prácticas, y en el mismo año, durante una fiesta de aviación celebrada en Barajas, Albarrán vuela durante algunos minutos por el sistema de remolque por avión. El día 11 de abril permanece en el aire una hora y siete minutos volando a térmica. Finalmente, se celebra en Granada un concurso, el último al que había de asistir el intrépido piloto, pues halló la muerte a consecuencia de un accidente. Con su desaparición el vuelo sin motor español se ve privado de una de sus más destacadas figuras.

Durante este mismo año la Dirección de Aeronáutica Civil crea el Centro de Vuelo sin Motor, cuyas actividades había de presidir el Teniente coronel señor Cubillo. Al amparo de este organismo surge el Aero Club de Huesca. El Teniente don José Ordovas y el Suboficial don Antonio Peñafiel, pilotos C de vuelo a vela, dirigen los cursos de La Marañosa y Monflorite (Huesca), donde se obtienen algunos títulos B. De igual manera, y con ocasión de la Primera Semana de Vuelo sin Motor, se expiden en Barcelona varios títulos A.

Ante tales actividades se impone la necesidad de dotar a los grupos de material adecuado a sus necesidades, y ello mueve a la Sociedad de Construcciones y Proyectos Aeronáuticos (C. Y. P. A.) a la fabricación de los planeadores *Cypa 14* y *Cypa 17*, elemental y de perfeccionamiento, respectivamente. Se construye también el velero *Spenslaub 32* por el Aero Club de Huesca y el *Ingeniero Industrial*, con el primero de los cuales, y en los terrenos de Monflorite, el señor Peñafiel vuela por espacio de veintitrés minutos. Esto fué el 24 de diciembre de 1933, y el 11 de noviembre de 1934 se hace un vuelo de una hora y dieciséis minutos en Guadarrama, "record" que bate el Teniente señor Ordovas con el *Profesor*, fijándole en dos horas y cincuenta y un minutos, en Huesca. El 11 de diciembre de 1935 el señor Izquierdo vuela por espacio de cinco horas y trece minutos, hazaña que señala el final de estas primeras etapas, final impuesto por la pasada campaña de liberación.

... Ha finalizado la guerra; España recobra la paz, y la consigna de Franco, Caudillo vencedor, sacude el adormecimiento y la inactividad. Da comienzo la nueva etapa, la más

productiva, la etapa que rehace a España en todos los órdenes de la vida; y en ella, también el vuelo sin motor no sólo afianza lo conocido, sino que logra llevar el sagrado nombre de la Patria a un límite tal, que puede afirmarse sin error que han sido suficientes tres años (los que nos separan del final del Movimiento) para la reconstrucción de la gran obra de adaptación a los progresos obtenidos por el Extranjero. El Nuevo Estado concede su atención y ayuda, creando en la Dirección General de Aviación Civil, la Sección de Vuelos sin Motor, organismo rector de todas nuestras actividades volovelísticas.

Ahora la marcha es arrolladora. Cursos, exposiciones, títulos, etc. Reanuda sus tareas la Escuela de Madrid, donde en el año 1939 se celebra el primer curso de pilotos con carácter oficial, otorgándose doce títulos de la clase A. Inicialas también la de Huesca, que pronto habría de contar con edificios e instalaciones modernas adecuadas a sus fines. En el Palacio de Cristal del Parque del Retiro de Madrid tiene lugar la primera Exposición Nacional de Vuelo sin Motor, el día 7 de febrero de 1941.

Este resumen es, indudablemente, la prueba más elocuente de cuanto queda dicho, y su sola consideración pone de manifiesto el esfuerzo realizado. Hoy Madrid, Huesca, Málaga, Santa Colomba de Somoza, Barcelona y tantos otros lugares dicen bien patentemente del impulso que ha experimentado en nuestra Patria el arte que preocupara a tantos hombres de la antigüedad.

En cuanto a las demás naciones que cultivan este arte, cuentan con escuelas de importancia varias de ellas. Merecen citarse: Pavullo, en Italia; Itford Hill, en Inglaterra; Koktebel, en Rusia; Banne d'Ordanche, en Francia, etc. Pero es en la gran Alemania, ya lo hemos dicho, donde desde más antiguamente y con mayor intensidad se ha dedicado una preferente atención al vuelo sin motor. Las Escuelas Wasserkuppe, Grunau, Hornberg, Rhön y otras muchas constituyen verdaderos viveros de pilotos de vuelo planeado y a vela, donde se forjan los aviadores, que de allí pasan a las Escuelas de aviación con motor para proseguir sus actividades aéreas, tan arraigadas en aquel país.

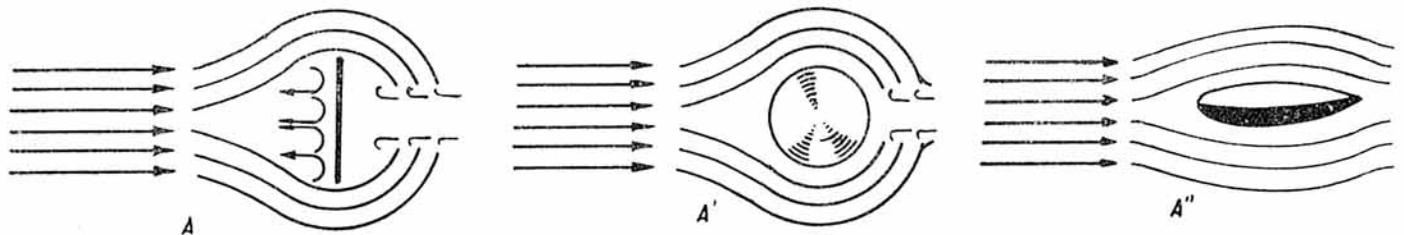


Fig 1

Todos estos progresos atraen a la juventud, y son numerosos los jóvenes que solicitan asistencia a los cursos de las Escuelas de Madrid y Huesca, que se celebran ininterrumpida y simultáneamente. Mas el carácter de esta segunda época reviste mayor importancia. España se rehace, pero solamente dentro de sus límites, y esto no basta. Hay que llevar su nombre al tablero internacional, y esta Patria nuestra, cuna de ingenios y de héroes, ha de serlo también de las más claras figuras del aire, y al nombre glorioso de Morato, de Haya y de tantos otros que regaron con sangre la tierra de nuestros campos, habrá que añadir el generoso y arriesgado esfuerzo de un puñado de jóvenes volovelistas, que con su colaboración consiguen hoy para España un puesto de honor. Es en 1941 cuando Miguel Tauler, a bordo del vetusto *Spenlaub*, vuela durante seis horas, un minuto y once segundos. Con esto no sólo consigue superar la marca establecida por el señor Izquierdo, sino que coloca de esta manera la primera piedra del nuevo y gran edificio de nuestro vuelo sin motor. Suceden a este feliz suceso otros más importantes. Tales son: las marcas y plusmarcas establecidas, según el cuadro siguiente:

TEORIA DEL VUELO SIN MOTOR

A todo cuerpo que avanza en el espacio se le opone una fuerza, llamada resistencia. Esta fuerza, que ya había sido experimentada por Otto Lilienthal y estudiada por otros muchos científicos, puede considerarse como origen de cuantos ensayos han sido hechos relativos a la demostración de una teoría admisible y explicativa del vuelo en todas sus manifestaciones, si bien su total conocimiento permaneció ignorado durante largo tiempo.

No es la resistencia de la misma intensidad para cuantos cuerpos se mueven en el seno de la atmósfera, sino que depende, lógicamente, de algunas características especiales, tales como forma, tamaño y velocidad de aquéllos. Es decir, (figura 1), el disco A, la esfera A' y el cuerpo fuselado A'', al avanzar en el espacio encuentran resistencias distintas. Es precisamente en A'' donde se hace menor (25 veces inferior a la que actúa sobre A), por su configuración especial, y de ahí la forma fuselada de todos los aparatos voladores (currentilínea) y en general de cuantas máquinas utiliza el hombre para desarrollar grandes velocidades.

Conocida, pues, la acción de la resistencia, que en términos elementales se puede definir como "la fuerza que actúa sobre un cuerpo que se mueve en el aire, en dirección opuesta a su movimiento", se infiere que para el desplazamiento de ese cuerpo es necesaria la acción de otras fuerzas.

Sabemos que la resistencia aumenta proporcionalmente al cuadrado de la velocidad; este extremo nos permite hacer el cálculo de la misma, teniendo en cuenta que varía

Fecha	Piloto	Aparato	Altura	Distancia	Duración
Novbre. 1941	J. Sevillano	Kranich	>	>	11 h. 24' 6"
>	C. Gutiérrez	Weihe	>	90 kms.	>
Mayo 1942...	A. Salinas	G. Baby	>	>	15 h. 37'
>	A. Ramos	>	>	>	>
>	M. Ara	>	>	199,750 kms.	>
Junio 1942...	J. Sevillano	Kranich	2.275 m.	>	>
Dicbre. 1942	R. Enseñat	G. Baby	2.650 m.	>	>

también según la densidad de aquél. Esto es: llamando  $a$  a la densidad del aire,  $v$  a la velocidad y representando por  $q$  la presión dinámica, podemos escribir que  $\frac{a}{2} \times v^2 = q$ ; y de otro modo: "la presión dinámica es igual a la mitad de la densidad por la velocidad al cuadrado." En el cálculo de la resistencia de un cuerpo nos encontramos con el "coeficiente de resistencia", cuyo valor es distinto según la forma del cuerpo (véase figura 1), determinándose su medición en el túnel aerodinámico.

Cuando un plano avanza en dirección normal a su extensión, la resistencia es también normal a él (fig. 2). Igualmente sucede si el plano avanza en posición inclinada; pero entonces la resistencia

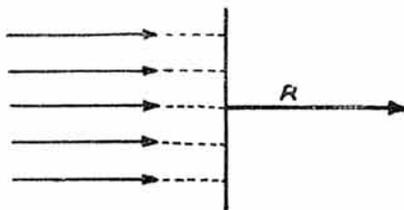


Fig. 2

se descompone (figura 2 bis) en dos fuerzas distintas:  $R_z$ , o sustentación, y  $R_x$ , o resistencia al avance. La horizontal y la cuerda del ala dan lugar al ángulo  $\alpha$  llamado "ángulo de ataque". A medida que el ángulo  $\alpha$  disminuye se hace menor la resistencia al avance  $R_x$  y aumenta la sustentación  $R_z$ ; pero  $R$  es menor cuanto menor es el ángulo de ataque  $\alpha$ , y por consiguiente, para obtener una fuerza  $R_z$  suficiente para sustentar un peso cualquiera, sería necesario aumentar la superficie del plano.

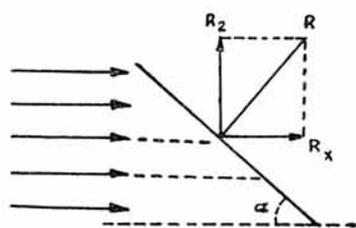


Fig. 2 bis

La experiencia ha demostrado que la forma curvada en el ala del avión origina una sustentación, resultante de dos fuerzas actuantes en la misma dirección y sentido, llamadas succión y presión. La primera, en la parte superior del ala o "trasdós", y la segunda, en su parte inferior o "intradós". Aquélla es, aproximadamente, tres veces mayor que ésta (fig. 3). Aplicando al ala curvada lo dicho anteriormente y tomando como eje para referir ángulos el eje del perfil o cuerda del ala (A, B, figura 4), hallamos descompuesta nuevamente la resistencia en las dos fuerzas  $R_z$  y  $R_x$ . Obtenidos en el túnel aerodinámico los coeficientes de sustentación  $K_z$  y resistencia  $K_x$ , podemos establecer las dos fórmulas que permiten hallar el valor de la sustentación y el de la resistencia al avance. Es decir, que

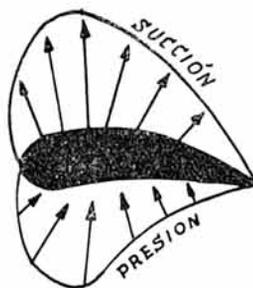


Fig. 3

$$R_z = K_z \cdot s \cdot v^2 \quad (1) \quad \text{y} \quad R_x = K_x \cdot s \cdot v^2 \quad (2),$$

en las que  $s$  representa la superficie de sustentación y  $v$  la velocidad en metros por segundo.

Dichos coeficientes, de sustentación y de resistencia, se ob-

tienen, como hemos dicho, en el túnel aerodinámico, representándose gráficamente sobre dos ejes de coordenadas, llevando sobre el de ordenadas los valores de  $K_z$ , y los de  $K_x$  sobre el de abscisas, para los distintos ángulos de ataque en que han sido experimentados, obteniéndose así la llamada

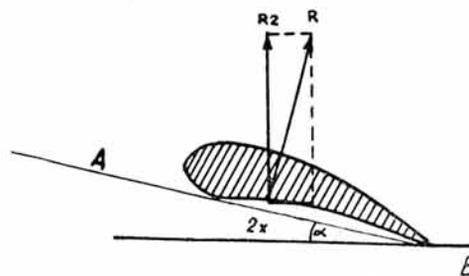


Fig. 4

"curva polar del ala", tan necesaria en el estudio de los distintos perfiles. Del diagrama así obtenido es posible establecer la relación entre  $K_z$  y  $K_x$ , al dividir la igualdad señalada con el número 1 por el número 2, resulta que  $\frac{R_z}{R_x} = \frac{K_z}{K_x}$ , relación que representa el rendimiento aerodinámico.

Supongamos ahora (fig. 5) un avión sin motor en el aire. El peso total del aparato que actúa sobre el centro de gravedad  $O$  tiende a desplazarlo hacia abajo con una fuerza  $P$ . A esta fuerza se opone la resistencia  $R$  de las partículas de la masa del aire, que, como sabemos, es normal a la cuerda del plano. El peso  $P$  se descompone en  $P_z$ , perpendicular a la trayectoria, equilibrada por la fuerza  $R_z$  y la  $P_x$ , en el sentido de la trayectoria, que lo es a su vez por la  $R_x$ , y origina el desplazamiento del aparato en su misma dirección. Estas son las condiciones de equilibrio en el avión sin motor. Sabiendo que el ángulo  $\beta$  (ángulo de planeo) es muy pequeño, escribiremos que  $P_x = P$ , pero  $P_z = R_z$ ; luego  $R_z = P$ . Sustituyendo  $R_z$  por su valor (1), vemos que  $P = K_z \cdot s \cdot v^2$  (3). De igual manera,  $P_x = P \beta$ , pero  $P_x = R_x$ ; es decir, que  $R_x = P \beta$ ; y sustituyendo  $R_x$  por su valor (2),  $P \beta = K_x \cdot s \cdot v^2$  (4). De la igualdad núm. 3 se deduce que  $v^2 = \frac{P}{K_z \cdot s}$  y  $v = \sqrt{\frac{P}{K_z \cdot s}}$ , fór-

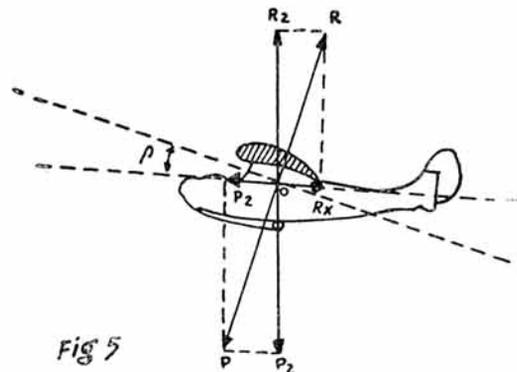


Fig. 5

mula que representa el valor de la velocidad de planeo.  $\frac{P}{S}$  es la "carga específica" o carga por metro cuadrado del ala.

Hemos estudiado la velocidad de planeo, pero prácticamente nos interesa mucho más la de descenso, que, como sa-

bemos, es la componente vertical de aquélla, y cuya fórmula se obtiene (fig. 6) de la siguiente manera:

En vuelo normal el ángulo  $\beta$ , formado por la horizontal y la trayectoria (ángulo de planeo), es tan pequeño que para el cálculo podemos sustituirle por el seno correspondiente, o sea que  $\beta = \sin \beta$ . De las igualdades números 3 y 4 resulte, por división, que  $\beta = \frac{K_x}{K_z}$ . Representando por  $V_d$  la velocidad de descenso, resulta que  $V_d = V \beta$ , como fácilmente se observa en la figura 6; sustituyendo cada factor por su va-

$$\text{lor: } V_d = \sqrt{\frac{P}{K_z s}} \times \frac{K_x}{K_z} \quad V_d = \frac{\sqrt{\frac{P}{s}}}{\sqrt{\frac{K_z^3}{K_x^2}}}, \text{ en donde } \sqrt{\frac{K_z^3}{K_x^2}} \text{ re-}$$

presenta la velocidad de descenso.

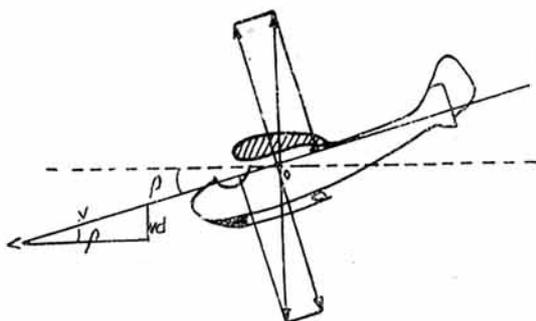


Fig 6

**Partes del avión.**—El avión sin motor consta de elementos sustentadores o alas (en cuyos extremos se encuentran los alerones), patín de aterrizaje y estabilizadores, por lo que respecta a los planeadores, siendo el fuselaje, propio de los planeadores de perfeccionamiento y veleros. La necesidad de que el peso sea el mínimo aconseja en la construcción el empleo de materiales ligeros, si bien en extremo resistentes. En cuanto a la madera se refiere, se utilizan preferentemente pino Balsain, muy apropiado para esta clase de aviones; haya, abedul, fresno y algunas otras. El hierro tiene muy pocas aplicaciones por su peso excesivo, sustituyéndole con ventaja el acero dulce, muy útil en la confección de diversos herrajes del avión. Igualmente se utilizan otros metales más ligeros que el acero dulce, tales como el aluminio, muy aceptable para poleas, montantes, palancas, etc., y otros. Úsase también el alambre galvanizado de 0,4 mm., para el frenado de tensores; el llamado "cuerda de piano" o cable de acero, de diferentes secciones, según el empleo, y el cable trenzado de acero, para transmisión de mandos.

Por cuanto el entelado es parte esencial de la construcción, exige una atención cuidadosa y esmerada. Se utiliza más comúnmente en el entelado de las partes del avión que lo precisan, el lino; siendo, en caso extremo, utilizable también el hilo y el algodón. Realizada la operación del entelado, se procede a dar tensión a la tela dispuesta en las diversas partes del aparato. Para ello se dispone de un barniz especial, conocido con el nombre de "Novavia", compuesto de acetona, celulosa, etcétera, y que se aplica sobre la mencionada tela en cantidad que oscila entre las dos y las tres capas, y cuyo fin es el de impermeabilizar y tensar la parte sobre que se aplica.

Los elementos de mando del aparato sin motor son tres, a

saber: Alerones, timón de profundidad y timón de dirección. Los dos primeros se accionan por medio de la palanca, instalada en el centro de la cabina en los aparatos fuselados, y en la quilla en los planeadores elementales, siéndolo el tercero por los pedales, montado en el "palonier". El efecto producido por cada uno de los tres movimientos, a los que queda obligado el aparato como consecuencia de la acción aplicada sobre la palanca o pedales, obliga a éste a tomar la dirección del pie que se acciona, a virar en sentido igual al en que se inclina el alabeo, y a subir o bajar si el movimiento de la palanca es hacia adelante o hacia atrás. De igual manera, cada uno de ellos obliga al avión a realizar un movimiento sobre los ejes respectivos, longitudinal, transversal y horizontal, que dan lugar a los de balanceo, cabeceo y guiñada.

Según el uso a que son destinados en las escuelas, existen diversos tipos de aparatos, entre los cuales cabe establecer la siguiente división: Planeadores y veleros. Los primeros se subdividen en planeadores elementales y de perfeccionamiento; los segundos, en veleros de escuela y de entrenamiento y veleros de gran "record", diferenciándose unos de otros en su construcción.

En España posee el Vuelo sin Motor, aparte de algunos *Zogling* y *Cypa*, poco útiles en el presente, gran cantidad de *Schulgleiter 38*, planeador construido con la correspondiente licencia y según planos facilitados por Alemania, de excelentes cualidades para la enseñanza elemental. Cuenta asimismo con un crecido número de veleros tipo *Grunau Baby II-B*, muy apropiados para la obtención de los títulos C y C superior de plata. Como planeadores de perfeccionamiento figuran el *Grunau 9* y *Schulgleiter 38*, con fuselaje. Existen además otros tipos, tales como el *Kranich*, biplaza de gran vuelo, y *Weihe*, de vuelo a térmica. Regularmente estos veleros llevan un tablero de instrumentos que contiene, como mínimo, un altímetro, un variómetro y unemómetro, figurando en los de gran "record", a más de estos ya mencionados, la brújula, otro altímetro de graduación fina y un indicador de virajes.

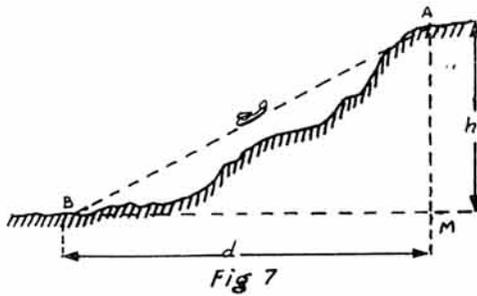
Alemania, como consecuencia de ser el país más adelantado en todo lo concerniente al volovelismo, cuenta con innumerables tipos de veleros, de entre los cuales merecen citarse el *Austria*, *Minimoa*, el *Havich*, velero de acrobacia, y otros no menos importantes.

**Clases de vuelo.**—De las dos clases de vuelo, estático y dinámico, a considerar en el estudio del Vuelo sin Motor, ocupará preferentemente nuestra atención el primero, si bien no hay que olvidar que el vuelo dinámico, solamente aprovechado por las aves, fué el principio que indujo a tantos hombres de la antigüedad a afirmar la posibilidad de su desplazamiento en el espacio. No puede afirmarse, sin embargo, la completa posibilidad de efectuar vuelos planeados aprovechando las variaciones de intensidad del viento, característica del vuelo dinámico, pero sí es posible asegurar la dificultad que para ello existe. Después de innumerables estudios se han considerado en esta clase de vuelo dos casos principales: primero, que el viento sea arrachado, y segundo, que sea uniforme, pero de velocidad variable según la altura.

En el primer caso el avión aprovecha la racha creciente para ascender, y gana velocidad con la decreciente. Se comprende lógicamente que la trayectoria descrita es ondulada.

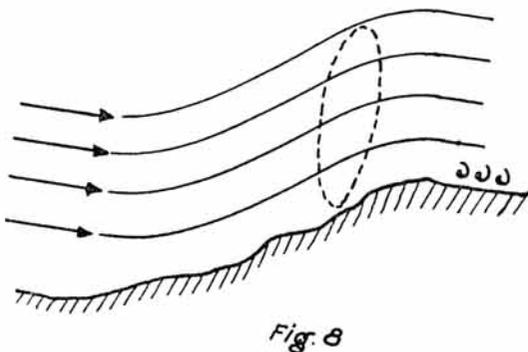
En el segundo, con el aumento de altura el avión encuentra capas de aire con velocidad creciente, puesto que sabemos que la velocidad aumenta con la altura, y, por consiguiente, la nueva racha encontrada le hará ascender. Con estas consi-

deraciones es factible darse una idea exacta de la finura con que debe accionar el piloto para mandar su aparato, de tal manera que aproveche íntegramente estas rachas de aire de tan corta duración.



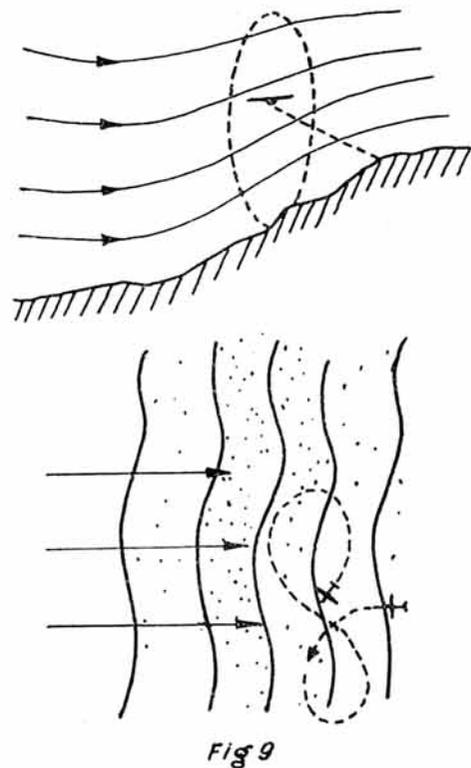
**Vuelo estático.**—Con el vuelo estático se ha logrado orientar el vuelo sin motor por derroteros mucho más seguros y productivos. En esta clase de vuelo el avión planea dentro de una masa de aire en calma, describiendo una trayectoria cuya inclinación es función de las características del mismo. Es decir, que el “coeficiente de planeo” es distinto para cada aparato; esto, naturalmente, no es comprensible si no conocemos dicho coeficiente. Para su determinación general suponemos (fig. 7) que es lanzado desde el punto A un planeador. Por efecto de lo dicho al estudiar las leyes del equilibrio, el planeador vuela siguiendo la trayectoria AB, que forma con la horizontal trazada por B un ángulo  $\varphi$ , que es el llamado “ángulo de planeo”. Trazando una perpendicular desde el punto A que corte a la horizontal que pasa por B, llamando  $h$  a la altura AM y  $d$  a la distancia BM, tenemos que en el triángulo ABM la relación  $\frac{h}{d}$ , que resulta de sustituir AM y BM por sus valores respectivos, representa el “coeficiente de planeo”. De aquí se sigue que el coeficiente de planeo es el resultado de dividir la altura del punto de despegue por la distancia a que dicho punto se encuentra del de aterrizaje.

Sabido esto, pasemos al estudio del vuelo estático. La condición base estriba en que el avión sin motor vuela cuando la velocidad ascensional de la masa de aire es igual o mayor que la de descenso del aparato. Salta inmediatamente a la vista que si cualquiera de estas velocidades es superior a su contraria, el aparato asciende o desciende. Así, el volar sin motor se reduce a hallar zonas en que la velocidad de la corriente ascendente sea igual al menos a la de descenso del aparato. Con el conocimiento de estos extremos, el vuelo estático se ha dividido en tres partes: a), campos de ascendencia forzada; b), campos de ascendencia libre, y c), campos de frente tormentoso.



a) **Campos de ascendencia forzada.**—El viento, en su marcha, encuentra elevaciones del terreno, obstáculos que trata de salvar para proseguir su camino y que dan lugar a diversos efectos, tales como desviación de los filetes de aire, formación de torbellinos y otros. Llega el viento (fig. 8) a la ladera, convenientemente elegida para la práctica, y los filetes de aire se adaptan a la forma de la misma, dando lugar a un campo ascendente, cuya fuerza máxima se advierte en el primer tercio de ella. Por otra parte, está demostrada la formación de torbellinos; pero su estudio resultaría demasiado extenso, y prescindo de él en atención a la brevedad del presente trabajo. Se advierte en la figura 8 los torbellinos formados al borde de la ladera, que representan un peligro cierto para quienes en vuelo se separan de la zona ascendente y penetran en ellos, pues en su seno el aparato pierde sustentación. En el vuelo orográfico tiene importancia excepcional la elección de una ladera apropiada. Debe ser ésta de gran extensión, de suave pendiente, en ningún caso superior a los 45° y en forma de “erial”. La ascendencia orográfica es la más antiguamente utilizada, y en España su aprovechamiento proporciona anualmente buen número de horas a nuestros pilotos.

**Técnica del vuelo orográfico.**—De lo dicho se desprende (figura 9) que para realizar vuelos aprovechando las corrientes ascendentes orográficas, el velero es lanzado en sentido contrario al de la corriente del viento, aquellos días durante los cuales éste alcance velocidades oscilantes entre los 40 y 80 kilómetros por hora, y una vez en él, debe virar con el fin de no sobrepasar la zona de máxima ascendencia. En el seno de dicha zona volará airoado al viento, efectuando una serie de virajes y procurando no rebasar el borde de la ladera. En ningún caso debe situarse en la posición llamada “viento en cola”, sino cuando la altura alcanzada permita efectuar virajes completos. Por medio de la ascendencia orográfica y aprovechando la producida por sucesivas y distintas laderas, son posibles los grandes desplazamientos.



b) *Campos de ascendencia libre.*—El terreno no influye en absoluto en esta clase de ascendencia. Se divide en ascendencia térmica y por rozamiento.

1) *Ascendencia térmica.*—Sabemos que la presión atmosférica varía con la altura y en sentido inverso; esto es: a mayor altura, menor presión. Si hacemos que un gas alcance la presión correspondiente a diversas alturas, observaremos que se enfría gradualmente. En estas condiciones, la Física demuestra que por cada 150 metros aproximadamente la temperatura del aire seco desciende un grado, valor que conocemos con el nombre de gradiente térmico. De aquí se deduce que si una masa de aire asciende desde el suelo, obedeciendo a cualquier motivo, su temperatura disminuye un grado por cada 150 metros de altura conseguidos; pero esta disminución se acusa en toda la atmósfera, y ello obliga a la porción de aire a adquirir igual temperatura que la de toda la masa de aire que la rodea, siendo, por consiguiente, de la misma densidad, puesto que "a igualdad de presión y temperatura corresponde igual densidad". En el momento que cesara la ascendencia de la porción de aire se establecería la primera clase de equilibrio, llamado, por las causas estudiadas, equilibrio indiferente.

Considerando ahora la disminución de temperatura inferior a un grado por cada 150 metros, una masa de aire que se eleva a una altura determinada  $H$  se encuentra a una temperatura inferior a la de la masa que la rodea; circunstancia que la transforma en más pesada, obligándola a descender hasta encontrar su primera posición, estableciéndose así el equilibrio estable.

Si el descenso de temperatura fuese superior a un grado por cada 150 metros, la masa de aire que ascendiera alcanzaría cada vez mayor diferencia respecto de la que la rodea, y por consiguiente, una porción que abandonara su posición respecto a la masa ascendente, lejos de volver a ella se separaría con más rapidez. Este es el equilibrio inestable.

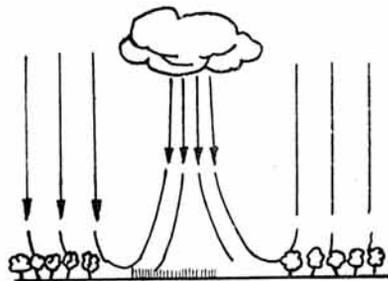


Fig 10

A cierta altura se observa el fenómeno de inversión de la temperatura, que consiste en el ascenso de ésta, contrariamente a lo que sucede antes de llegar a la zona mencionada, que se designa con el nombre de capa de inversión. Fácilmente se aprecia la importancia que encierra para el piloto el conocimiento de tales fenómenos, pues ello le permite dirigir su aparato hasta aquellos lugares donde le es posible alcanzar las ascendencias estudiadas.

Divídense dichas corrientes ascendentes en dos clases. La primera se manifiesta por la formación de nubes (los cúmulos y Cu.-Ni., son los más corrientemente empleados). El

aire húmedo se eleva, llegando en su movimiento ascensional a una altura donde tiene lugar la condensación del vapor de agua que contiene, siendo allí donde comienza a formarse la nube (fig. 10). Naturalmente, la presencia de cúmulos o Cu. Ni. indica que allí donde se observan existe ascendencia, por cuya circunstancia son llamadas ascendencias visibles. Es variable la altura en que con ocasión de la condensación del vapor de agua se originan los campos de nubes, pero generalmente tiene lugar entre los 1.000 y 1.500 metros.

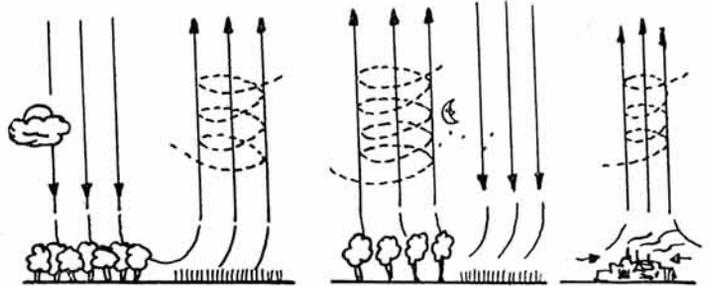


Fig 11

Si el aire es seco, esto es, no contiene vapor de agua, la corriente también existe, pero, lógicamente, no se hace visible, puesto que no da lugar a la formación de nubes, constituyendo este nuevo fenómeno la llamada térmica invisible, la más difícil de hallar en vuelo.

El calor comunicado por los rayos del sol a los distintos lugares de la tierra no es igual en todos ellos. Pues bien: estas diferencias de calentamiento se traducen en corrientes ascendentes, invisibles si la masa ascensional de aire es seca. Con el conocimiento de estos extremos, el mecanismo de la corriente térmica invisible es perfectamente explicable. Supongamos un pedregal y un bosque que reciben el calor del sol. A medida que se produce el calentamiento del primero calientase también la masa de aire que se halla en contacto con él, y que, por lo dicho anteriormente, asciende. El lugar que abandona pasa a ser ocupado por una nueva masa de aire frío, procedente de lugares que retienen el calor o son menos sensibles a él, y que seguirá idéntica transformación, obteniéndose así la térmica diurna. En el caso segundo, el bosque retiene el calor que le es comunicado por el sol, verificándose su desprendimiento durante la noche en análogas circunstancias a las descritas anteriormente, dando lugar a otra corriente ascendente, denominada por estas causas térmica nocturna. Finalmente, existe la térmica artificial, llamada así por estar producida merced al calentamiento de edificios, humo de sus chimeneas, capot de los automóviles, etc., siendo privativa de las ciudades. En la figura 11 pueden verse representadas las tres clases de térmica: diurna, nocturna y artificial.

Otra, no menos importante, subdivisión de esta clase de térmica la hallamos en la "pompa de aire" (fig. 12). No es otra cosa que el mismo fenómeno descrito en la consideración de la nube, si bien en la pompa no tiene lugar la condensación, como consecuencia de estar formada por aire seco. Por efecto del fuerte calentamiento de cualquier zona de terreno, el aire que se halla en contacto con ella hemos visto que se calienta y tiende a dilatarse, dilatación que no tiene

lugar sino después de haber sido alcanzada por aquél una determinada presión que origina el desprendimiento de la pompa.

Tanto las ascendencias visibles como las invisibles obligan al piloto, una vez advertida su presencia, a virar en espiral, siempre dentro de la corriente ascendente, para aprovecharla en el grado máximo.

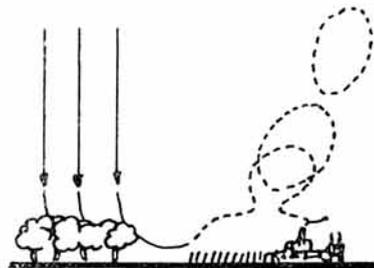


Fig. 12

2) Ascendencia por rozamiento.—Hemos dicho que la capa de inversión separa las dos corrientes de aire superior e inferior, éste más frío que aquél. Esta diferencia de temperaturas da lugar a que la capa superior, animada de movimiento horizontal, se traslade con mayor velocidad que la inferior, siendo la desigualdad de estas velocidades el origen de un movimiento similar al oleaje, que tiene lugar en la tantas veces repetida capa de inversión y que se traduce en corrientes ascendentes, aprovechables para el vuelo a vela.

c) Campos de frente tormentoso.—La tormenta es, generalmente, una masa de aire frío que avanza. Esta masa penetra en otra de aire caliente, a la que obliga a elevarse por encima de ella. En tales condiciones, la tormenta puede considerarse como una elevación que se opone al avance de una corriente, la cual, como sabemos, trata de evitarla y da lugar (fig. 13) a una ascendencia aprovechable para volar sin motor. Esta ascendencia no da fin hasta que descarga la tormenta, y por consiguiente, un velero que se colocara encima de la nube tormentosa y dentro de la corriente ascendente producida por ella, recorrería el mismo espacio que la tormenta hasta el momento de su desaparición.

Kegel descubrió involuntariamente este sistema, utilizado por otros varios pilotos, y mediante el cual se cubrieron grandes distancias.

**IMPORTANCIA DEL VUELO SIN MOTOR PARA LA FORMACION DE AVIADORES**

La Armada aérea, cuya vital importancia encuentra su más evidente demostración en nuestros días, lleva a todas las naciones el deseo de intensificar por todos los medios posibles cuanto con la Aviación se relaciona. Hoy son muy pocas las que no poseen en número considerable este elemento defensivo-ofensivo, empleado asimismo con resonante éxito en actividades civiles, tales como transporte de viajeros, mercancías, correo, etc. Pero si importante es la posesión del avión, el factor hombre, dedicado a obtener de él el mayor rendimiento posible, constituye un afán de los gobernantes actuales, a quienes no se oculta su excepcional importancia.

El vuelo sin motor puede ser considerado como el más interesante medio de selección destinado a nutrir los efectivos del personal volante. No basta con dar a los jóvenes que

asisten a las escuelas una enseñanza práctica que finalmente logre su transformación y les haga pilotos. La tarea a desarrollar es mucho más complicada y al mismo tiempo efectiva. Hay que inculcar en ellos el amor a la Patria y a las cosas del aire; es necesario someterlos a una estrecha disciplina, despertar en ellos el sentimiento del compañerismo y del sacrificio, y esto es lo que con tanto éxito se consigue en las Escuelas de Vuelo sin Motor.

El alumno llega a ellas después de sufrir un reconocimiento médico, que pone de relieve sus condiciones físicas, y en ellas también comienza sus preocupaciones aéreas. Allí aprende a volar, y desde el primer "arrastrón" se acrecenta en él el ansia de progresar. Sueña con surcar el viento como ve hacerlo a sus profesores o compañeros, y le invade un apasionante deseo de ser aviador. Cuando siente así, cuando los sacrificios o las privaciones, el cansancio y el trabajo no merman el grado de su entusiasmo, es cuando se ha conseguido el fin.

La obligación es dura: hay que subir el planeador por la pendiente muchas veces; pero es necesario hacer todo esto si quiere hacer realidad su empeño de volar. Uno tras otro son lanzados sus compañeros, y él, resignado y sonriente, espera su turno aportando su esfuerzo en la tensión de las duras gomas que darán al planeador la fuerza suficiente para el despegue. No se pierde el tiempo; cada vuelo realizado es una nueva enseñanza recibida, y así, cuando llega la hora feliz del merecido vuelo, habrá que añadir al entusiasmo lo aprendido.

El progreso es muy lento, pero efectivo, y... ahora, cuando ya a bordo del velero contempla bajo sus plantas, en medio del impresionante silencio de las alturas, las diminutas figuras de los edificios de la Escuela, respira henchido de emoción, alegre, y en su rostro se dibuja una sonrisa que parece decir: Ya soy aviador.

Y lo es sin duda. La analogía existente entre los aparatos con y sin motor es tan grande, que sin temor a equivocarse es posible afirmar la adaptación de unos a otros.



Fig. 13

A la vista de todo lo expuesto, y teniendo en cuenta el indiscutible valor que representa la formación aérea de las juventudes que se han de emplear en las actividades aéreas de la nación, es dable deducir la importancia que encierra el vuelo sin motor. Alemania ha comprendido esto, y actualmente para el ingreso en las fuerzas militares aéreas es imprescindible el poseer títulos de vuelo a vela. En España, y gracias al apoyo del Ministerio del Aire, el vuelo sin motor, considerado también desde este punto de vista, promete ser semillero donde la juventud nueva ha de hallar la formación precisa para la instauración de una potentísima Armada aérea, realizando así el deseo expresado por su Caudillo.

Vuelo sin Motor significa: Disciplina, Trabajo, Voluntad.