

METEOROLOGÍA Y VUELO SIN MOTOR

El Emagrama como previsión de posibilidades de vuelo

Por JOSÉ CUBILLO FLUITERS

QUE el vuelo sin motor necesita del concurso de la meteorología es evidente; pero nuestro objeto no es demostrar una necesidad de sobra conocida.

Pretendemos ahora dar a conocer un elemento nuevo de previsión para los estados de la atmósfera que son favorables al vuelo sin motor, con lo que, al mismo tiempo, haremos ver, una vez más, cómo el vuelo, en todas sus manifestaciones, constituye el acicate más eficaz del progreso de la ciencia de la atmósfera que debe, por ello, estar en íntimo contacto con el acto de volar.

No es posible desarrollar ahora toda la teoría del aprovechamiento de la atmósfera para el vuelo sin motor ni la exposición de las distintas técnicas de vuelo que se derivan de ella según las circunstancias; haremos solamente una breve indicación como preliminar indispensable para nuestro objeto, que es describir un elemento de previsión para una de las modalidades del vuelo térmico.

El vuelo sin motor empezó aprovechando los campos de ascendencia orográficos: estaba, pues, el velero sin poder separarse de la montaña o cadena que, con su presencia, guiaba los filetes de aire de modo que producía la componente vertical necesaria para el vuelo; un día, el velero pudo desprenderse de las laderas que le retenían y realizó el *vuelo con apoyo nuboso* utilizando los campos de ascendencia que bajo o en las nubes existen y, con ello, empezó una nueva etapa en el desarrollo del vuelo sin motor, representada por la posibilidad de no estar *pegado* al terreno y realizar «vuelos libres» con trayectos importantes sobre terreno no conocido.

Pero hoy ya las probabilidades se han agrandado extraordinariamente y se ha volado «con ascendencias invisibles» libremente, en atmósfera limpia de nubes, según se va a explicar.

Todo esto va afianzando más la idea de que el vuelo sin motor, que apenas cuenta una docena de años de «período histórico», debe figurar a la cabeza de los medios eficaces y económicos para la preparación aérea de un país: para llegar al estado en que el hombre se valga del avión con la misma facilidad que de la bicicleta o del automóvil, consiguiendo, además, el perfecto conocimiento de la atmósfera como medio de navegación.

Estados posibles de la atmósfera en relación con la temperatura. — La temperatura del aire varía con la altura como consecuencia, entre otras cosas, de la variación de presión.

Indiquemos, antes de explicar esta variación, qué le ocurre a una masa de aire cuya presión disminuye con rapidez suficiente para suponer que no hay cambios de calor; la transformación entonces es *adiabática*; la temperatura, pues, disminuirá con la dilatación en la proporción que expresa la relación

$$p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T = \text{constante},$$

según enseña la Termodinámica.

Pero si se introduce ahora la circunstancia de que la presión disminuye a consecuencia de elevarse en la atmósfera, es decir, se relaciona la presión con la altura, resultará otra relación entre la altura y la temperatura, cuya relación se expresa por el llamado *gradiente térmico* vertical, que vale para el aire seco, 1 grado por 100 metros; es decir, si se toman dos ejes coordenados y en ellos se llevan las temperaturas y las alturas escogiendo la misma longitud para representar 1 grado que 100 metros, la ley de variación de la temperatura con la altura estará representada por una recta inclinada a 45 grados (fig. 1.^a).

Si una masa de aire sigue enfriándose suficientemente alcanza la temperatura de *saturación* o *condensación*, y empieza el desprendimiento del agua en forma líquida o

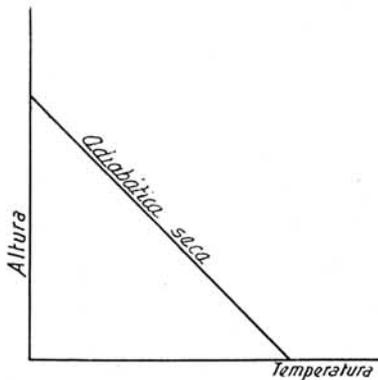


Fig. 1

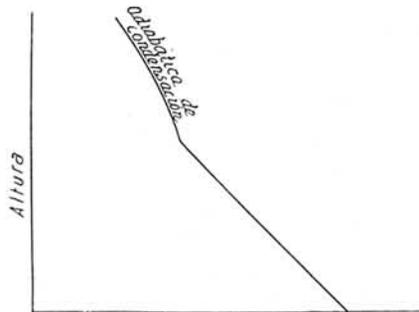


Fig. 2

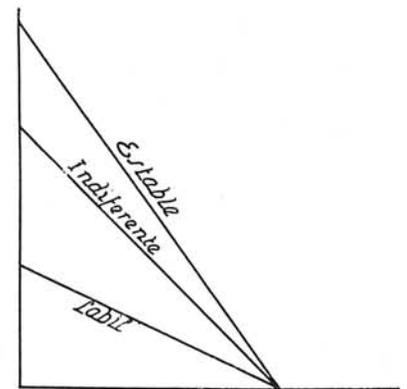


Fig. 3

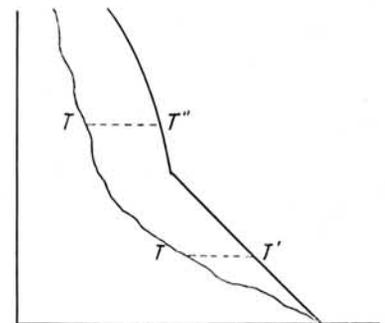


Fig. 4

sólida, constituyendo la *nube* acompañada o no de *precipitaciones*.

A partir de ese momento, ya la ley de la temperatura no

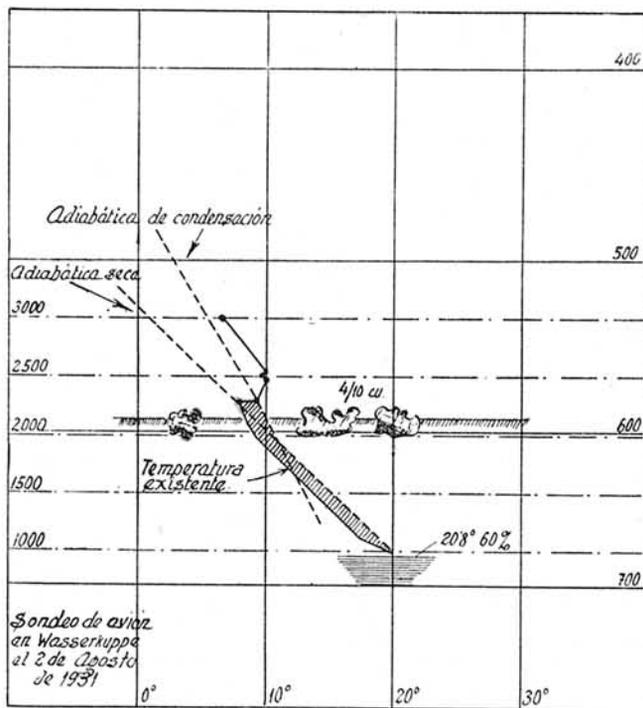


Fig. 5

es la misma; ahora queda sobre el *calor de condensación* y resulta el aire menos enfriado que antes; la curva representativa es la indicada en la figura 2.^a, que se llama *adiabática de condensación*, para distinguirla de la anterior, que se llama *adiabática seca*.

El trazo continuo formado por el conjunto de ambas curvas representa, pues, lo que le sucede al aire que es elevado desde el suelo hasta una cierta altura.

De estas consideraciones se pueden deducir ahora fácilmente los estados de equilibrio de la atmósfera.

Si se hace una determinación de la temperatura de las distintas capas de aire, y se llevan temperaturas y alturas a un sistema coordenado como el citado antes, es claro que sólo puede ocurrir que:

- 1.º La temperatura siga la ley adiabática.
- 2.º La temperatura disminuya *menos* que la citada ley.
- 3.º La temperatura disminuya *más* que la ley adiabática (fig. 3.^a).

Si ocurre lo primero, una masa de aire que inicie una elevación a partir del suelo, a cualquier altura a que llegue tendrá la *misma* temperatura que la masa de su alrededor; al abandonarla a sí misma permanecerá donde se la deje. Lo mismo ocurriría si una masa superior iniciase un descenso; el equilibrio se dice entonces *indiferente*; es el caso del cono que reposa sobre una mesa por una generatriz.

No es lo mismo si la atmósfera tiene el segundo estado; entonces una masa de aire elevada, puesto que sigue siempre la ley adiabática independientemente del estado

de la atmósfera, tendrá a su alrededor aire *más caliente*, y, por consiguiente, *más ligero*, y si se abandonase a sí misma *descendería* hasta su primitiva posición.

Otro tanto ocurriría con una masa que descendiese; la atmósfera ahora tiene un estado de equilibrio *estable*; como el cono descansando sobre su base.

Cuando la ley de temperatura es la del tercer estado, una masa de aire que se eleve tiene *mayor* temperatura que el ambiente y será *más ligera*, con lo que su *ascenso se acelera* y la masa de aire, separada de su posición, se aleja cada vez *más* de ella. Es el caso de un cono que se apoya por el vértice. El equilibrio es, por consiguiente, *inestable o lábil*.

Se desprende de estas consideraciones que si es T (figura 4.^a) la temperatura *reinante* en un punto de la atmósfera, T' la que adquiriría a igual altura una masa de aire elevada desde el suelo siguiendo la *adiabática de condensación*, y T'' la de un punto según la *adiabática de condensación*, cuando correspondiera tal transformación las diferencias $T' - T$ y $T'' - T$ representan, en una cierta medida, la *aceleración* ascensional de una masa de aire; por ello han recibido esas diferencias el nombre de *índices térmicos de labilidad*.

Un modo de expresar en conjunto y gráficamente el *índice de labilidad* de una situación atmosférica es el de formular el llamado *emagrama*, ideado por Refsdal, meteorólogo noruego.

Consiste el emagrama en dibujar, en un mismo sistema coordenado, la gráfica de la temperatura existente en la atmósfera, obtenida por la interpretación de un sondeo con avión u otro medio, y la ley adiabática, a partir de la

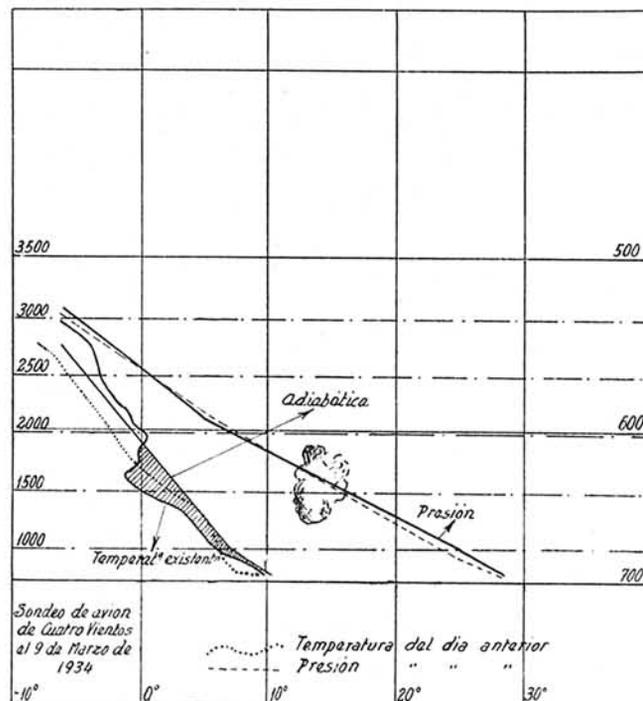


Fig. 6

temperatura inferior, deducida por un *ábaco de Neuhoff*; el área comprendida entre *ambas* curvas es una expresión del estado de labilidad de la atmósfera.

Como ejemplo indicamos el emagrama del día 2 de agosto en la región de Wasserkuppe (fig. 5.^a), en el que están representados: de trazo continuo, el estado de temperatura, y de trazo interrumpido, el adiabático; el área rayada representa la *energía* que en estado *potencial* o latente tiene la situación atmosférica para convertirse en movimientos ascensionales; de aquí el nombre de emagrama dado a esta representación (energía, masa, diagrama).

El estado del cielo correspondía a esta situación, pues prescindiendo de los $\frac{8}{10}$ de *Ci* que existían a la altura de estas nubes, que son desde luego de un origen independiente de los fenómenos que ahora se analizan, presentaba $\frac{4}{10}$ de *Cu*, cuya base estaba en coincidencia con la altura de condensación marcada por la línea adiabática.

Por otra parte, la inversión existente hacia los 2.200 metros frenaba el desarrollo vertical de los *Cu*, que eran, por tanto, de poco espesor; no había que esperar movimientos verticales a altitud superior a la expresada; en cambio, en la zona inferior a esos 2.200 metros la inestabilidad era grande y el hecho de la existencia de los *Cu* en la proporción señalada indicaba que se había iniciado la resolución de la inestabilidad atmosférica en forma turbulenta con desplazamientos de masas aisladas de aire.

Estas corrientes ascensionales de aire habían de estar con suficiente densidad de repartición horizontal para poder encontrar *apoyo* en ellas, y, en efecto, el piloto Pfeiffer, de Silesia, novel hasta cierto punto, se lanza en su planeador *Schlesien in Not*, alcanzando 800 metros sobre la ladera oriental del monte Eube, poco conocida para el vuelo y no obstante que el viento, poco intenso, no hacía esperar fuertes ascensiones.

A poco fué seguido por otros pilotos, entre ellos el malogrado Grönhoff e Hirth, que cubrieron ese día 107 kilómetros y 193 kilómetros, aterrizando en Bad-Nauheim y Bröhl sobre el Mosela, respectivamente.

La táctica seguida en estos vuelos es la de ir sucesivamente por planeo de una ascendencia a otra, y esta tácti-

ca es tan segura que el 5 de agosto, en circunstancias atmosféricas no tan favorables, puesto que el aire era lábil hasta la altitud de 1.500 metros solamente y, desde aquí, su estado era indiferente y hasta en parte estable, Kronfeld se lanza al aire y consigue en una hora de vuelo orográfico, con sólo cinco metros por segundo de viento horizontal, desprenderse de la ladera e iniciar el vuelo libre, alcanzando la zona de inestabilidad que existía sobre los 2.000 metros de altitud y así cubre 165 kilómetros en un día de cielo completamente limpio de nubes.

El barograma de este viaje, de forma sinuosa regular, indica que las ascensiones están regularmente repartidas y que si las condiciones atmosféricas son favorables hay que esperar encontrarlas aun lanzándose a la casualidad, pues esa forma indica independencia con el terreno y, por tanto, que el régimen de ascendencia es debido a causas internas del aire mismo, que por ese estado de turbulencia general de elementos (Warrow) de grandes dimensiones, trata de recuperar la situación de equilibrio estable.

En España se encuentran condiciones particularmente favorables para el vuelo sin motor, que es tanto como decir que son frecuentes los días de «meneo», en el vuelo con motor, y así, como ejemplo, se incluyen los sondeos de avión efectuados en Cuatro Vientos los días 8 y 9 de marzo actual (fig. 6.^a) viéndose que así como en el primero la zona lábil apropiada para el vuelo sólo comprende hasta la altitud de 1.800 metros el día 8, en cambio, toda la altura es apropiada para el vuelo, siendo muchas las veces que se presenta este tipo de situación.

Se ve bien que interesantes problemas de meteorología de la «zona rompiente» de la atmósfera hacen aparecer el vuelo sin motor, que, sin duda alguna, es el más poderoso estímulo para la resolución de esos problemas que hacen avanzar en el conocimiento de la Naturaleza de un modo mucho más rápido que el que sería de no existir más que la simple especulación.

III Concurso de patrullas militares organizado por «Revista de Aeronáutica»

EL próximo mes de junio tendrá lugar el III Concurso organizado por REVISTA DE AERONÁUTICA para las patrullas de reconocimiento de nuestra Aviación militar.

Entre los trofeos que se disputarán en esta prueba figura como el más codiciado la Copa concedida por el Excmo. Sr. Presidente de la República, actualmente en poder del Aerodromo Burguete, por ser la patrulla de dicha base la que el pasado año la ganó en depósito.

Las bases de este Concurso serán, en líneas generales, las mismas que rigieron para las dos pruebas celebradas en años anteriores, y el recorrido sobre el cual se desarrollará será el siguiente:

Primera etapa. — Madrid (Getafe)-Sevilla, 387 kilóme-

tros; Sevilla-Granada-Los Alcázares, 470; Los Alcázares-Castellón-Tarragona-Barcelona, 517; total, 1.374.

La segunda etapa totalizará un recorrido aproximadamente igual al de la primera y comenzará en Barcelona. Se desarrollará con escalas en Logroño y León, y terminará en Madrid, debiendo los concursantes pasar por la vertical de los puntos que se designarán en el momento de la salida.

La tripulación de los aparatos de cada patrulla estará compuesta por un oficial, dos pilotos de tropa y un observador.

En nuestro número de mayo publicaremos el reglamento de este III Concurso y los detalles complementarios relativos al mismo.