

Hacia la estratonáutica

Por EMILIO HERRERA

Ingeniero militar y aeronáutico

LA masa gaseosa que rodea a nuestro planeta no es una cosa tan simple y homogénea como a primera vista pudo suponerse. Parecía que sólo se podían diferenciar unas capas atmosféricas de las otras por la temperatura, densidad y presión del aire en ellas al variar el peso de las superiores que gravitaba sobre cada una; sondeos posteriores acusaron una anomalía en la ley de decrecimiento de la temperatura del aire con la altura, señalando que este decrecimiento cesa a una altura de unos 11 kilómetros, quedando después la temperatura constante o más bien indicando una inversión.

Este fenómeno originó la división de la atmósfera en dos regiones: la *tropósfera*, parte inferior en que se producen los movimientos verticales de convección originados por el calor reflejado por la tierra, con su acompañamiento de nubes y demás fenómenos acuosos, y la *estratósfera*, o parte superior a los 11 kilómetros, en que la temperatura es constante de unos 60 grados bajo cero y en que no existen nubes ni corrientes ascendentes ni descendentes y sólo traslaciones horizontales del aire.

Se supuso también que la composición del aire debía variar con la altura, aumentando en las capas altas la proporción de los gases más ligeros, como es natural, y admitiéndose que en el límite superior habría una zona en la que solamente intervendría el hidrógeno.

Investigaciones y deducciones posteriores han venido a complicar extraordinariamente el concepto de la constitución atmosférica, multiplicando las regiones en que se supone dividida. Hay primero la zona inferior o *biósfera*, la más sucia e infecta, especie de fango aéreo que se extiende desde el nivel del mar hasta los 5.000 metros, que es donde se desarrolla la vida; ésta forma parte de la *tropósfera*, asiento de perturbaciones atmosféricas, nubes, lluvias y tempestades, que llega hasta los 11 kilómetros; a esta altura la temperatura del aire queda constante y comienza una región isotérmica, que según la última tendencia se llama *tropopausa*, que llega hasta los 19.000 metros; allí empieza la verdadera *estratósfera*, con sus corrientes uniformes y horizontales, cuya parte inferior (*isoterma*), hasta los 30 kilómetros, sigue con temperatura uniforme; desde los 30 kilómetros, la temperatura

del aire, que aquí como en toda la parte inferior hasta los 11 kilómetros era constante y de unos 60 grados bajo cero, empieza a crecer, llegando a 80 grados sobre cero a los 40 kilómetros de altura, y se cree que continúa creciendo, por la acción de los rayos solares, hasta alcanzar

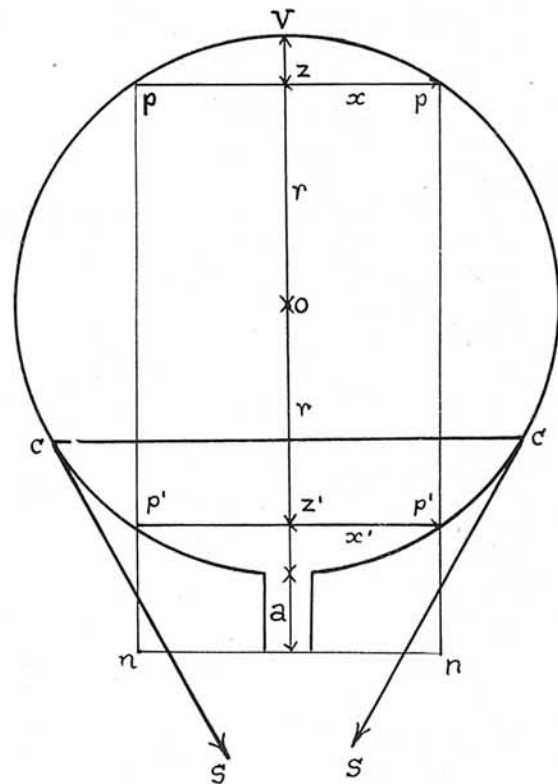


Fig. 1.^a

varios millares de grados en los límites de la atmósfera, a los 1.000 kilómetros de distancia de la tierra.

Sobre la *estratósfera* hay una capa en que la ionización del aire se hace más intensa, que comienza a los 80 kilómetros y constituye la *ionósfera*. Esta ionización presenta un máximo brusco a los 100 kilómetros, formando la capa reflectora de las ondas hertzianas, llamada de Heaviside, fenómeno que se reproduce a los 220 kilómetros y a los 350, formando otras dos capas reflejantes.

Esta ionización del aire parece originada por esa misteriosa radiación ultrapenetrante que procede de todas las profundidades del espacio, y cuya acción se percibe tanto más intensamente cuanto más se sube en la atmósfera. El origen y el destino de esta radiación son hasta ahora desconocidos, aunque se sospecha que están relacionados íntimamente con el gran enigma del mundo físico, con la destrucción y la génesis de la materia.

Esta ligera indicación basta para dar idea de la complejidad con que aparece actualmente en la geofísica el concepto de la atmósfera, y el interés que para la Ciencia en general tiene su estudio.

Para la navegación aérea tiene también gran importancia la exploración de la estratósfera. Un avión se mantiene en el aire con tal de que su propulsión guarde con su peso una relación determinada (que es su rendimiento aerodinámico) independiente de la densidad del medio

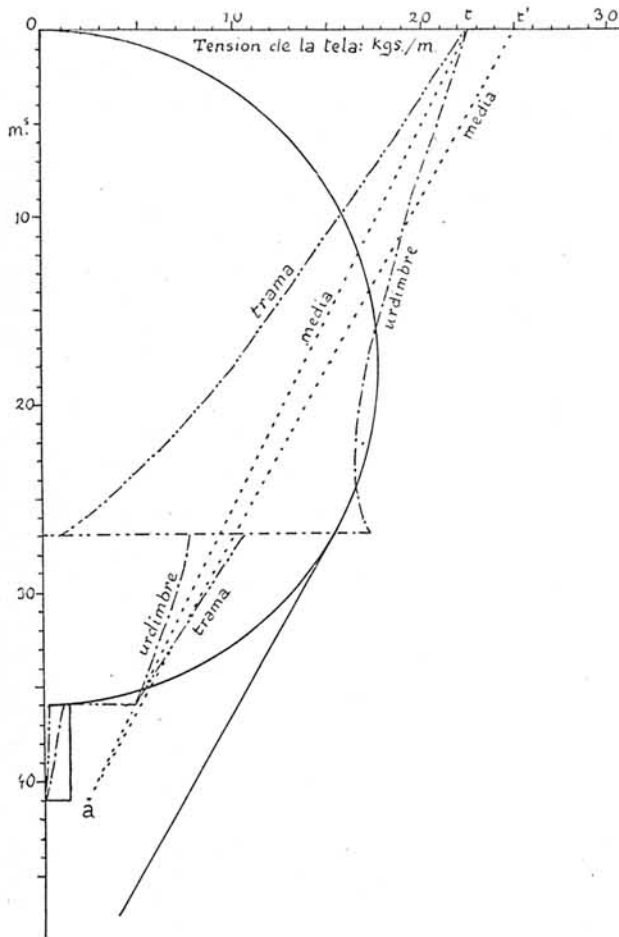


Fig. 2.ª

ambiente. El trabajo que desarrollará para ir desde un punto a otro será, pues, el mismo a cualquier altura a que se haga el vuelo, puesto que estará representado por el producto del camino recorrido por el esfuerzo de propulsión, ambos constantes, pero cuanto menos denso sea el aire ambiente mayor será la velocidad alcanzada con igual esfuerzo de propulsión; luego, con igual consumo de combustible para cada viaje, navegando en la estratósfera se obtendrán velocidades considerablemente superiores a las que se tienen en las alturas habituales.

No hay para ello más inconveniente que encontrar el sistema motopropulsor adecuado para esta navegación.

Hasta los 25 kilómetros de altura, aun se puede pensar en el empleo del motor de explosión y la hélice, aunque con características especiales adecuadas a la navegación estratonáutica, pero por encima de esta zona ya habría que recurrir a la propulsión por reacción directa, problema aun no resuelto. Es, pues, del mayor interés la investigación de la zona de los 20 a los 25 kilómetros de altura, en la que aun se puede emplear el motor y el propulsor estratonáutico, alcanzándose velocidades del orden de los 1.000 kilómetros por hora.

Por estos motivos he propuesto la realización de una exploración de la estratósfera por encima de la altura nunca alcanzada de los 20 kilómetros.

¿Qué clase de vehículo aeronáutico debe emplearse para esto? Aun no está resuelto satisfactoriamente el problema del motor y del propulsor estratonáutico, de modo que si se quiere emplear un avión, habría de ser dotado de un grupo motopropulsor corriente.

En estas condiciones, para que el avión pueda alcanzar la altura de 20 kilómetros, en que la densidad del aire es catorce veces menor que al nivel del mar, habría de tener una potencia suficiente para volar al nivel del mar, con un peso catorce veces superior al suyo, lo que actualmente es irrealizable.

Empleando el más ligero que el aire, vemos que, para que un globo esférico tenga su techo a los 20 kilómetros de altura, necesita también poder sostenerse en el aire, al

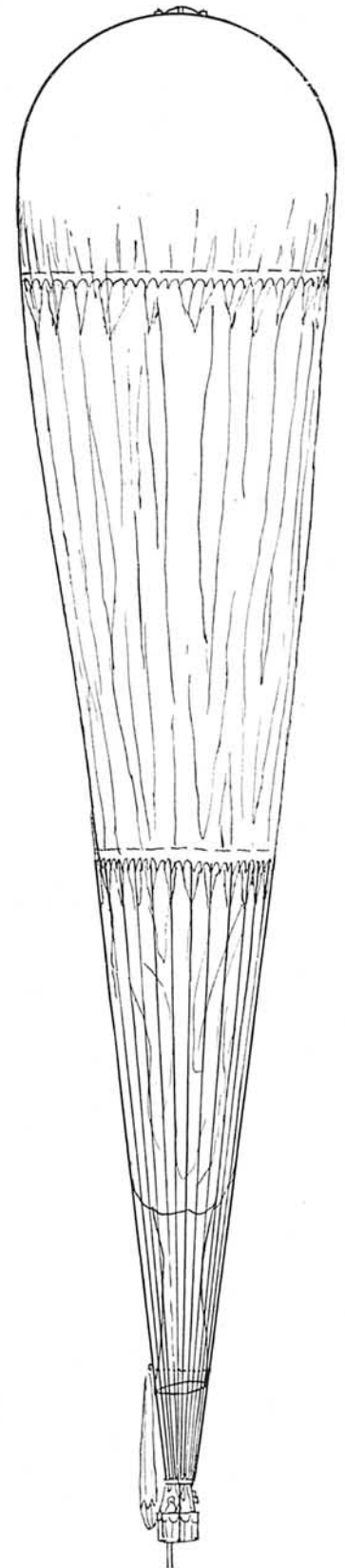


Fig. 3.ª

nivel del mar, con una cantidad de gas catorce veces inferior a su capacidad, es decir, que si el peso total es de 1.700 kilogramos, necesitaría tener 1.600 metros cúbicos de hidrógeno (cuya fuerza ascensional viene a ser de 1,1 kilogramos por metro cúbico), dentro de una capacidad mínima de catorce veces 1.600 metros cúbicos, o sea, 22.400 metros cúbicos.

Estas cifras son perfectamente realizables con sólo

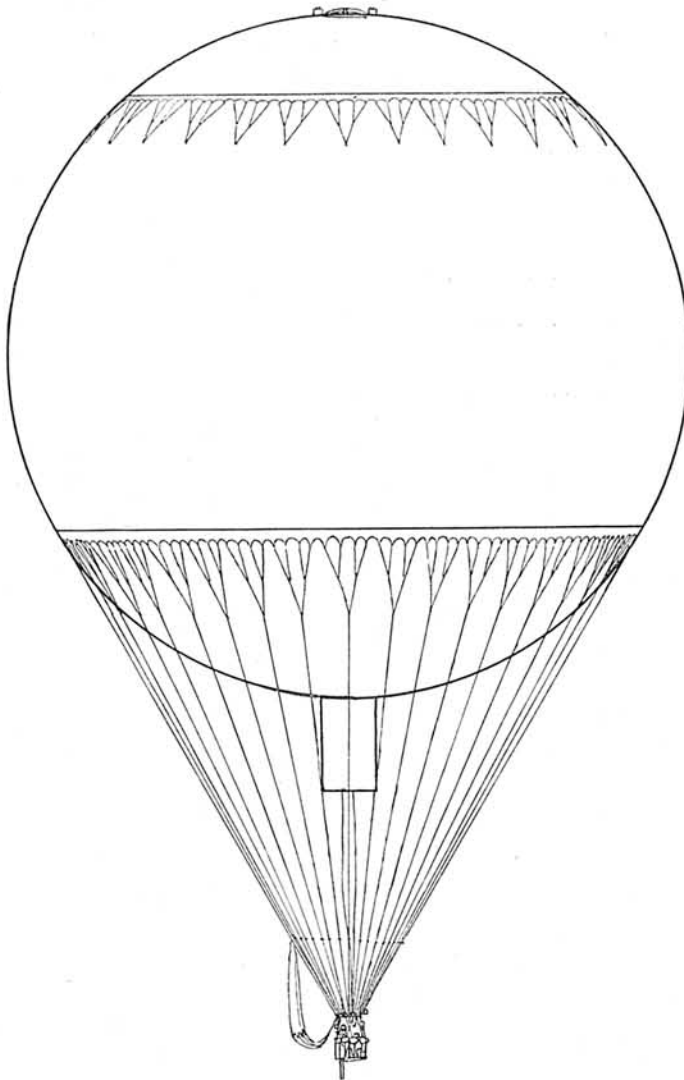


Fig. 4.^a

escatimar todo lo posible los pesos de los materiales empleados, y, a fin de asegurar que se ha de superar la altura de los 20 kilómetros, se ha elegido la capacidad, algo mayor, de 24.500 metros cúbicos, correspondiente a un diámetro de 36 metros.

Se ha elegido una tela de 200 gramos de peso por metro cuadrado y 800 kilogramos de resistencia por metro lineal. Los esfuerzos aerostáticos que ha de sufrir en el aire son, como veremos a continuación, mucho menores, pero no es prudente rebajar esta resistencia para no exponerse a desgarrones al aparcar y manejar el globo, o por la desigual repartición de esfuerzos que puede experimentar mientras está flácido.

Se ha suprimido en él la red, precisamente para evitar

esta desigualdad de esfuerzos en los pliegues formados por la tela dentro de ella, colgándose la barquilla de una relinga de suspensión situada en la tela, en el paralelo — 30 grados del globo.

En estas condiciones, vamos a calcular las tensiones de la tela, tanto en el sentido del meridiano, que será el de la urdimbre de la tela, como en el del paralelo, o sea, de la trama.

Si suponemos un paralelo pp (fig. 1.^a), por encima de la relinga o cinturón de suspensión cc , vemos que sobre aquél actúa la fuerza ascensional del gas comprendido en la zona esférica pVp , y además la presión sobre el paralelo pp , que es igual a la fuerza ascensional por unidad de volumen por la altura pn , hasta la boca del apéndice a , donde están equilibradas las presiones interior y exterior. De estos esfuerzos hay que restar el peso de la tela del casquete pVp , que actúa en sentido contrario.

En resumen: la tensión de la tela en el sentido del meridiano y en el paralelo pp , debe tener un componente vertical igual al producto de todo el volumen (casquete y cilindro) $pVpnm$, por la fuerza ascensional del gas A , menos el producto del peso del metro cuadrado de tela γ por el área del casquete pVp .

Si x es el radio del paralelo considerado y z su distancia vertical al vértice V del globo, cuyo radio es r , el coseno del ángulo formado por la tela con la vertical será x/r , y podremos representar la tensión meridiana T_y de la tela por la expresión:

$$T_y = \frac{\pi x^2 (2r - z + a) A + \frac{1}{3} \pi z^2 (3r - z) A - 2 \pi r z \gamma}{2 \pi x (x/r)},$$

siendo a la longitud del apéndice.

Simplificando esta fórmula, y teniendo en cuenta que $x^2 = (2r - z)z$, se llega a:

$$T_y = \frac{r+a}{2} r A + \frac{rA - \gamma}{2} (r - z) + \left(\frac{rA}{3} - \gamma \right) \frac{z}{2} \frac{3r - z}{2r - z}.$$

Siendo esférica la forma de la tela, ha de verificarse que la suma de la tensión meridiana T_y y la tensión paralela T_x en cada punto ha de ser igual a la presión multiplicada por el radio, pero la presión es igual a la fuerza ascensional A , multiplicada por la altura $2r - z + a$, menos la componente, normal a la superficie, del peso de la tela: $\gamma \frac{r - z}{r}$, o sea:

$$r (2r - z + a) A - \gamma \frac{r - z}{r} r = \\ = r (2r - z + a) A - \gamma (r - z) = (r + a) r A + (rA - \gamma) (r - 2),$$

que es precisamente el doble de los dos primeros términos del valor de T_y . De aquí deducimos que el valor de T_x será:

$$T_x = \frac{r+a}{2} r A + \frac{rA - \gamma}{2} (r - z) - \left(\frac{rA}{3} - \gamma \right) \frac{z}{2} \frac{3r - z}{2r - z}.$$

Por debajo de la relinga de suspensión la tensión de la tela sólo tiene que soportar la presión hacia abajo sobre

el casquete $p'ap'$, que es igual al producto de la fuerza ascensional A por el volumen del cilindro $p'annp'$, menos el del casquete $p'ap'$, aumentado este producto en el peso de la tela correspondiente a este casquete; así se tiene para la tensión meridiana en esta parte:

$$T_y' = \frac{r+a}{2} rA + \frac{rA-\gamma}{2} (r-z') - \frac{(2r-z')(r+z')(Ar-3\gamma)}{6z'}$$

y para la paralela:

$$T_x' = \frac{r+A}{2} rA + \frac{rA-\gamma}{2} (r-z') + \frac{(2r-z')(r+z')(Ar-3\gamma)}{6z'}$$

En la figura 2.^a están representadas gráficamente estas expresiones para una altura en que la fuerza ascensional del hidrógeno se haya reducido a 0,066, que corresponde a algo más de 20 kilómetros de altura. Se ve que la tensión máxima t (que está en el vértice del globo) correspondiente a este caso, así como la t' , que corresponde a una altura menor, con fuerza ascensional de 0,1, si el globo quedase lleno a menos de 20 kilómetros, no exceden de 25 kilogramos por metro lineal, y son, por lo tanto, insignificantes con relación a la resistencia de la tela elegida.

La longitud del apéndice a debe ser establecida de modo que la tensión de la tela no se haga nunca negativa

cuando el globo alcance su zona de plenitud, sobre todo en el sentido del paralelo en la relinga de suspensión, que es donde es mínima. Para esto la longitud a debe satisfacer la condición:

$$a > r - 5 \frac{\gamma}{A}$$

sin la cual el globo no podría tomar nunca por completo su máxima capacidad.

El globo debe salir flácido (fig. 3.^a), con un peso total de 1.620 kilogramos, repartidos de la siguiente forma:

		PESOS:	
Envolvente.....	800 kgs.	} Globo	850 kgs.
Banda de desgarre.....	6 »		
Válvula y cuerdas.....	10 »		
Círculos de apéndice...	34 »		
Cuerdas de suspensión.	50 »	} Peso sus- pendido del globo.....	770 »
Barquilla.....	80 »		
Tripulante con escafandra.....	150 »		
Material científico.	100 »		
Embalaje.	20 »		
Lastre.....	300 »		
Cuerda freno.....	70 »		
PESO TOTAL.....	1.620 »		
Fuerza ascensional remanente.....	120 »		
TOTAL.....	1.740 kgs.		

Con 1.600 metros cúbicos de hidrógeno basta para elevar este peso con la fuerza ascensional remanente de 120 kilogramos, que le proporcionará una subida constante de tres metros por segundo, hasta los 20.620 metros de altura, en que el globo tomará su forma esférica (fig. 4.^a), y continuará subiendo hasta los 21.290 metros, en que llegará a su zona de equilibrio con una presión atmosférica veinte veces menor que la del nivel del mar, después de haber perdido por el apéndice el hidrógeno sobrante. Esto está calculado, suponiendo una temperatura exterior de - 56,5 grados, e interior en el globo de cero grados, que parece lo más probable, aunque no se tienen datos seguros.

La protección del tripulante se hará por un traje especial con escafandra, para evitar la pérdida de presión en contacto con su cuerpo, librándole del frío por calefacción eléctrica, y del excesivo calor de la radiación solar por medio de pantallas o cortinas. Además, naturalmente, la escafandra estará provista de inhaladores de oxígeno y de cartuchos de potasa, para absorber el ácido carbónico de la respiración.

La distribución de la barquilla será la representada en la figura 5.^a, con una mesa en la que estén colocados los instrumentos para medir la radiación cósmica, la aceleración de la gravedad, el campo magnético terrestre, la conductibilidad y potencial eléctrico del aire, su temperatura, presión y estado higrométri-

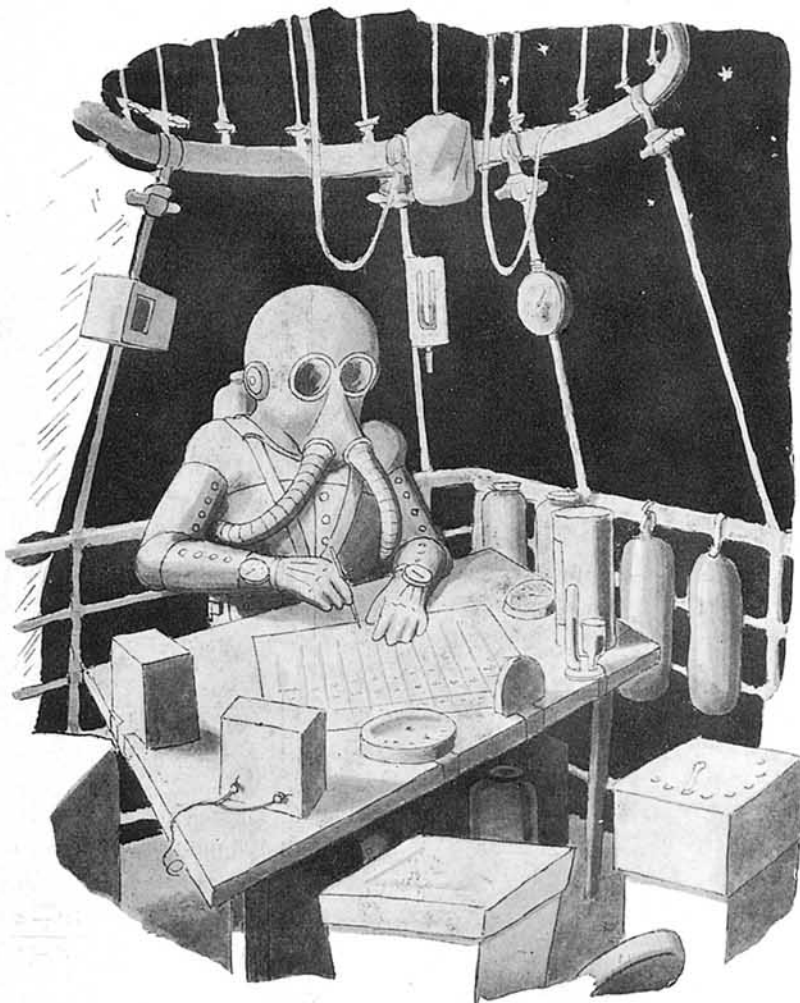


Fig. 5.^a

co, la constante solar, la visibilidad de las estrellas y de la corona solar, compresores para almacenes de aire, estación radiotelefónica de onda corta, y las cámaras para obtención de fotografías con luz infrarroja del suelo hasta los límites del horizonte visible, que comprenden lo representado en la figura 6.^a, suponiéndose una altura de 20 kilómetros sobre Madrid.

La partida se haría de Madrid, a las nueve de la mañana, de un día de invierno, con régimen de anticiclón completamente despejado, empleándose dos horas en subir, una en estar sobre los 20 kilómetros de altura y otras dos horas en descender. Es conveniente aprovechar la época de invierno, no sólo por ser más favorable para el régimen anticiclónico, sino porque el descenso se hace más cómodamente que en verano, en que el globo se precipita al suelo por la poca sustentación de las capas bajas demasiado calientes, y, sobre todo, porque desde el 17 de abril hasta el 27 de agosto, la sombra del globo dará en las horas centrales del día sobre la barquilla, y el frío se haría excesivo para el tripulante y para el funcionamiento de los instrumentos.

La Sociedad Geográfica Nacional ha patrocinado la realización de esta exploración, y gracias a sus gestiones, principalmente impulsadas por su presidente, Dr. Marañón, en quien toda empresa de actividad cultural encuentra apoyo entusiasta, es de esperar que pronto pueda ser llevada a cabo, contribuyendo la Aeronáutica española

a esta clase de investigaciones emprendidas en casi todas las naciones, aunque hasta ahora sólo han tenido éxito las realizadas por el profesor Piccard, hasta 16.200 metros de altura, y por los aeronautas soviéticos Prokofief, Birnbaum y Godulof, a una altura superior, de la que aun no se tienen datos concretos.

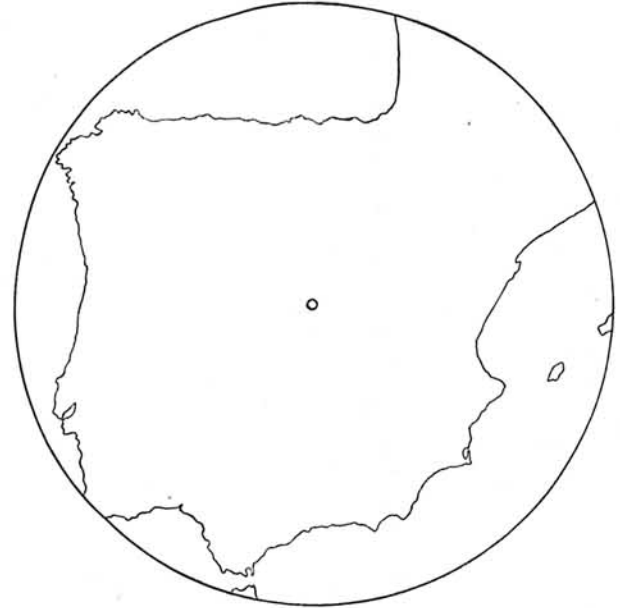


Fig. 6.^a

POSICIONES FRANCESAS



Vista de la posición de Taorta, en el África Occidental francesa, tomada por las Fuerzas Aéreas del territorio.