

La aptitud física de los pilotos aviadores

Por el Dr. ADOLFO AZOY CASTAÑÉ

Oto-rino-laringólogo de la Escuela del Trabajo y del Servicio de Orientación Profesional del Instituto Psicotécnico de la Generalitat

LA seguridad en el aire dista mucho de ser una realidad. A pesar de los esfuerzos titánicos de la ingeniería y la mecánica consiguiendo en los aparatos cualidades no sólo perfectas, sino hasta negadas rotundamente por figuras relevantes de la Aviación no hace muchos años, tanto la estabilidad en el vuelo como la limitación de los accidentes depende en la actualidad, mucho más del hombre que de su aparato. Esta es, pues, la poderosa razón por la cual todos los países dedican importantes trabajos de investigación a solucionar cuáles son los efectos nocivos del vuelo; qué órganos intervienen más activamente en la estabilidad del avión, y finalmente, qué condiciones físicas y psicológicas debe poseer un piloto con probabilidades de seguridad. Este artículo tiene tan sólo el propósito de ilustrar al lector del estado actual de tan transcendental cuestión y el resultado de su estudio en el presente momento, ya que es posible que esta perfección de los aparatos llegue a un límite prodigioso, y más recientes descubrimientos anulen tan larga y espinosa labor, abriendo paso a una nueva era para la Aviación.

El hombre es un organismo adaptado a vivir en el medio «tierra» y todas sus actividades dinámicas responden a este fin. No es posible, pues, desplazar al hombre de su elemento, haciéndole volar, por ejemplo, sin que todos sus órganos, sean o no de la equilibración, sufran las consecuencias de esta novedad, aun cuando la naturaleza, rica en medios de defensa, haya dotado a los seres vivientes del precioso don del encaminamiento y adaptación a las condiciones más anómalas y distintas a su medio habitual de vida; adaptación a la cual debe el ser humano la posibilidad de elevarse en un avión, mantenerlo en equilibrio en el aire, trasladándose a voluntad en todas las dimensiones del espacio formando un todo común con su aparato y descender cuando así lo desee.

Es un hecho comprobado, que todos los animales que se mueven en los tres sentidos del espacio, tales como aves y peces, son poseedores de un aparato laberíntico de superior desarrollo que el del hombre, quien, como queda dicho, goza de condiciones expresas para su estabilidad y dinamismo adherido o casi adherido a la corteza terrestre, y es obvio, por lo tanto, afirmar una vez más, que sería empresa inútil arrastrarle a otro ambiente sin que sufriera las consecuencias del nuevo medio, a cuya conquista llega con relativa facilidad gracias a las cualidades excepcionales de hábito, que le llevan hacia un perfecto amoldamiento a las más absurdas condiciones de vida. El piloto aviador, no sólo asalta el elemento atmósfera, sino que acomete arriesgadas empresas (grandes alturas, largas distancias, etc.) con fines ya deportivos o comerciales, debiendo en todo momento estar preparado para la Aviación de guerra, con todas sus dificultades,

peligros y contingencias capaces de poner a prueba su mayor pericia e integridad orgánica.

La Gran Guerra, excelente maestra de la Aviación, ha mostrado también el conjunto de síntomas originados por muy distintas causas que se etiquetan con el nombre de *Mal de los Aviadores* y cuyo estudio ha constituido el primer ensayo de selección de pilotos. Fué en 1918 cuando el surmenaje de los aviadores que actuaban en el frente de batalla, muchos de los cuales habrían tal vez pasado por reconocimientos superficiales, comenzaron a ser víctimas del desconocido «mal». Aun los mejores pilotos no volaban bien; padecían frecuentemente vértigos, sordera, zumbidos, temblores, vómitos, conjuntivitis, etcétera, etc. Otros aterrizaron mal, se sentían constantemente fatigados, con tendencia al sueño, y, en conjunto, no eran dueños de sí mismos, acometiéndoles el terror constante del inevitable accidente.

Estos fenómenos que los ingleses llaman de «regresión», constituyen el resultado de la desigual lucha entre la naturaleza humana y los elementos.

Las corrientes intensas de aire y la acción del peso los producen sabañones, dificultan los movimientos de sus miembros y perturban su respiración.

El equilibrio atmosférico, mantenido en el interior del oído medio por un tubo llamado trompa de Eustaquio, en los ascensos y descensos bruscos, así como en los vuelos a gran altura, junto con el traumatismo sonoro producido por el ruido del motor, llegan a ocasionar trastornos muy intensos del aparato de la audición (sorderas, zumbidos, otalgias y otorragias) y en el aparato del equilibrio (vértigos), fenómenos éstos que oscilando desde simple molestia a desvanecimientos y síncope, se producen con extrema frecuencia en los descensos bruscos viniendo de grandes alturas, acarreado a veces accidentes de extraordinaria gravedad.

El frío y los rayos ultravioleta actúan sobre el aparato visual produciendo conjuntivitis, escotomas anulares, lagrimeo, etc.

Al principio de la Aviación se daba gran importancia al sistema cardiovascular y se estudiaba con gran detenimiento cualquier modificación de la frecuencia del pulso, tensión arterial, etc., etc.; sin embargo, no es probable que, como se admitía anteriormente, estas modificaciones tengan gran influencia sobre los otros fenómenos físicos y psicológicos.

Sobrevenen también determinadas perturbaciones psíquicas y de las funciones vegetativas: disminución de la capacidad psíquica, reacciones lentas, fatiga, ansiedad, tendencia al sueño, micción y defecación involuntarias.

Finalmente aparecen los trastornos del equilibrio independientes de las circunstancias atmosféricas y de la pre-

sión exterior que surgen como consecuencia del excesivo y anormal trabajo que el sentido estado-cinético debe efectuar en su nuevo ambiente, produciendo los desagradables sufrimientos de los vértigos, vómitos, etc. Estos desórdenes, que existen en algunos pilotos durante el aprendizaje, desapareciendo por la costumbre, pueden volver a molestar al piloto y aun atacar a aviadores ejercitados y muy competentes que no habían jamás natado molestias anteriormente.

El Dr. Van Wulfften Palthe, médico y piloto holandés, ha estudiado detenidamente sobre sí mismo las alteraciones producidas por las grandes alturas; les llama «embriaguez de las alturas», porque el piloto no se da cuenta de la disminución de su capacidad psíquica. Estas alteraciones consisten en perturbaciones de la atención y de la coordinación de los movimientos delicados; frecuentemente hay euforia y disminución de la self-crítica, como al principio de las intoxicaciones alcohólicas. La perturbación de la facultad de percepción se manifiesta en la difícil lectura de los aparatos del tablier y de los mapas. Estas alteraciones se exageran si la permanencia en las alturas se prolonga; al cabo de un cierto tiempo se nota una gran fatiga y tendencia irresistible al sueño, hasta producirse el síncope fatal. Las inhalaciones de oxígeno o el regreso a una presión tolerable alivian rápidamente estos síntomas.

Estos datos se confirman por una estadística del doctor Graeme Anderson presentada por el Dr. Figueras en una interesante monografía. En dicha estadística se presenta una serie de 58 accidentes, de los cuales cuatro fueron debidos a causas fortuitas y dos solamente a defectos del

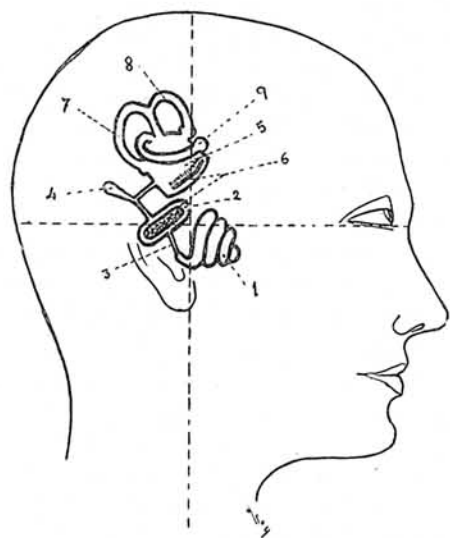


Fig. 1. — Aparato cocleo-vestibular del hombre. — 1, Caracol; 2, Saculo; 3, Caniculus reunens, de Hensen; 4, Saco endolímfático; 5, Utriculo; 6, Otolitos; 7, Conducto semicircular frontal; 8, Conducto semicircular sagital; 9, Conducto semicircular horizontal. (Según Quix.)

aparato. De los 53 restantes, imputables todos al piloto, 42 fueron debidos a error de juicio; siete a pérdida de serenidad, y cuatro a fatiga cerebral. Del total: 46 ocurrieron al aterrizar, dos en el aire y diez al despegar.

La anterior estadística y el hecho fehaciente de que todos los trastornos que constituyen el mal de los aviadores se

reproducen en el laboratorio de examen, especialmente en los individuos que durante las pruebas de aptitud denotan poseer un laberinto hiperexcitable, demuestra la bondad y necesidad de estos reconocimientos especiales.

La terapéutica del temible «mal» casi no existe; vida higiénica sin hábitos de tóxico alguno (alcohol, morfina, etcétera); evitar el surmenaje profesional, casi de rigor en

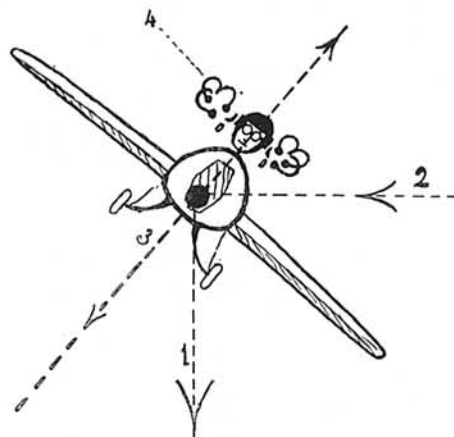


Fig. 2. — Figura esquemática representando la compensación laberíntica durante las vueltas. — 1, Gravedad; 2, Fuerza centrífuga; 3, Resultante; 4, Aparato vestibular.

la guerra, en los servicios postales y aun en las competencias deportivas. El ideal sería medir la cantidad y calidad de vuelo que puede concedérsele a cada piloto a fin de no sobrepasar sus condiciones normales.

¿Qué órganos o conjunto de órganos intervienen en la estabilidad del avión? O mejor aún: ¿Cómo actúa la economía del cuerpo humano en las distintas contingencias del vuelo?

Corrientemente un hombre joven y sano, capaz de jugar cualquier deporte, es asimismo capaz de conducir un avión con probabilidades de éxito. Ahora bien: la frecuencia y continuidad de los vuelos constituye una carrera de obstáculos que sólo logrará vencer a fuerza de salud y condiciones excepcionales, como iremos mostrando en los siguientes párrafos.

Un buen piloto aviador debe ser prácticamente un hombre sano, pues no hay que olvidar que órganos defectuosos o enfermos empeoran con el ejercicio del pilotaje, y, en cambio, órganos fisiológica y anatómicamente normales adquieren cualidades extraordinarias con un buen entrenamiento. Además, hay pequeños defectos que tienen o pueden tener graves consecuencias, y contra éstos hay que dirigir la selección más cuidadosa.

No se requieren hombres de excesiva corpulencia, tan sólo es obligada la normalidad antropométrica entre los límites ordinarios. En cambio, debe el piloto estar dotado de condiciones suficientes para la lucha con la escasa presión y falta de oxígeno, condición ésta de la que muchos hombres no enfermos carecen y que les sitúa en estado de inferioridad para tal profesión.

Por tanto, el piloto debe poseer, junto con la integridad absoluta de todos los sentidos, la de los tres grandes sis-

temas de su organismo: cardio-artero-renal, respiratorio y nervioso; y habrá de hallarse exento, además, de todas aquellas otras enfermedades o intoxicaciones crónicas (alcohol, tabaco, opio, mercurio, etc.), de las cuales pudieran derivarse trastornos funcionales o alteraciones anatómicas de los órganos que los integran.

Actualmente es condición *sine qua non* para ser piloto, estar dotado de un aparato visual perfecto; agudeza visual normal; campo visual extenso; visión estereoscópica excelente; percepción normal de los colores y estar exento de toda ametropía. Miopes, hipermetropes y grandes astigmáticos pueden corregir sus defectos completamente con el uso de cristales adecuados; pero por una parte éstos limitan en algo el campo visual y, por otra, cualquier accidente fortuito puede, según propia frase del Dr. Figueras, desplazar, romper o enturbiar la limpidez de los lentes, dejando al piloto imposibilitado de continuar volando en condiciones normales y obligándole a tomar tierra en condiciones peores. Especialmente los hiper-

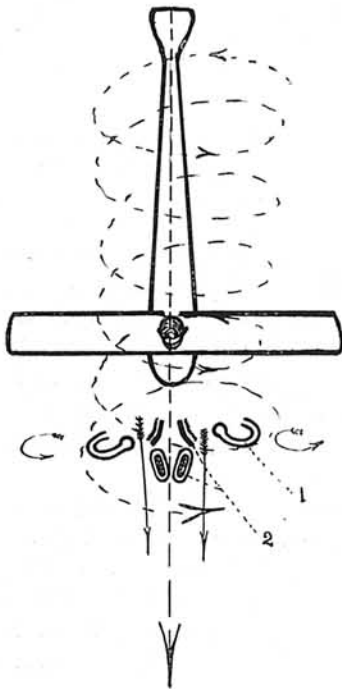


Fig. 3. — Esquema de la irritabilidad vestibular durante la «barrena». — 1, Conducto semicircular frontal; 2, Otolitos.

metropes, por poco pronunciado que sea su defecto les induce a errores en la apreciación de distancias conduciéndoles a malos aterrizajes.

La perfecta audición es condición capital en todo piloto, no tan sólo por su misión delicadísima de control de los distintos ruidos del motor, sino que, por constituir un todo común con el aparato vestibular, que es el órgano más importante de todo el sistema estato-cinético, participa, como consecuencia obligada, de todas las taras y afecciones que atacan a su vecino. Esta es también la razón de la necesaria integridad de la nariz, faringe y laringe, ya que todas las enfermedades de dichos órganos redundan por vía de la trompa de Eustaquio en perjuicio de la caja timpánica, y de ahí, por simple contigüidad, al oído interno y al aparato de equilibrio.

Es imposible en una revista no profesional explicar satisfactoriamente y en forma didáctica cuanto hace referencia a la fisiología del aparato del equilibrio y su comportamiento durante el vuelo. Su complejidad y extensión son enormes; participan en él la vista, el oído, los centros nerviosos, el tacto superficial y profundo, formando una red complicadísima de recepción de sensaciones, control de las mismas, transmisión a los centros, creación de figuras mentales, formación de reflejos condicionados y nueva transmisión centrífuga a los distintos órganos periféricos, y en especial a los miembros, cuya motilidad coordinada regula.

Todos los investigadores actuales dirigen sus experiencias hacia el laberinto del oído, que tiene el delicado rol de controlador de las impresiones periféricas y obrar a modo de las agujas de los trenes para modificar la dirección de los reflejos. El profesor Quix, de Utrecht, ha llegado a conclusiones interesantísimas sobre la fisiología de los órganos que constituyen el laberinto y el papel que cada una de sus partes representa como órgano de orientación estática y dinámica.

El oído interno (fig. 1), se halla esculpido en el peñasco del hueso temporal, constituyendo un estuche óseo donde se aloja el complicado mecanismo laberinto membranoso, bien acolchado por un líquido que se llama «perilinf». El laberinto está constituido por un sistema de sacos membranosos de distintas formas y constitución apropiada, dentro del cual circula un líquido llamado «endolinfa», al que le está reservada la importante misión de transmitir las irritaciones externas, impresionar los aparatos sensoriales, que llevarán el estímulo a los centros, desde los cuales volverá en forma de reflejo que, pasando por este intrincado tamiz, adquirirá forma, intensidad y dirección.

El oído interno se compone de dos partes: una anterior, que es el laberinto coclear destinado a la función de la audición; y otra posterior, el laberinto vestibular, órgano *per se* del equilibrio y el que en este caso más nos interesa.

El laberinto vestibular se compone de distintas partes orientadas alrededor de dos formaciones especiales: el «utrículo» y el «sáculo». El utrículo es una cavidad vagamente cuboide. El sáculo es ovoide. Uno y otro emiten un diminuto conducto que, reuniéndose para formar un saco, llamado saco endolinfático, les hace entrar en íntima relación. Por otra parte, el sáculo está en relación con el laberinto coclear por otro conductillo llamado «*canalicus reuniens* de Hensen» (todos los elementos del oído interno están íntimamente ligados). Tanto el utrículo como el sáculo presentan unas formaciones especiales llamadas «máculas», sobre las cuales reposan los «otolitos», constituyendo los órganos de orientación estática y tal vez los más importantes en la estabilidad de un avión. Además de su correspondiente otolito, el utrículo actúa de reservorio, donde desembocan los conductos semicirculares. Estos, en número de tres, están situados teóricamente según las tres dimensiones del espacio.

Poseemos, pues, esquemáticamente, un conducto horizontal, uno sagital y uno frontal, pero, en realidad, esta topografía sufre ciertas modificaciones, ya que el conducto horizontal está inclinado a 30 grados sobre el horizonte.

En cuanto a los conductos verticales, no ocupan tampoco prácticamente los planos verticales fundamentales del cuerpo, de tal manera, que los conductos sagitales no están en el plano sagital, ni los frontales en el frontal, sino que están desviados a 54 grados para todas las direcciones. Además, el conducto sagital de un lado es virtualmente paralelo al frontal opuesto y viceversa, lo que ha inducido al profesor Quix a considerar: un plano teóricamente horizontal correspondiente al conducto horizontal; dos planos verdaderamente perpendiculares, sagital y frontal, pertenecientes a los dominios de los otolitos, y, finalmente, dos planos oblicuos formados por los sistemas de conductos semicirculares verticales, llamados por dicho autor, con gran acierto, plano frontosagital derecho y plano frontosagital izquierdo.

Los conductos semicirculares, como su nombre indica, son tubos que penetran en el utrículo por sus dos extremidades. Una de éstas, más desarrollada, de forma esferoidal a modo de cabeza, se llama «ampolla», y en ella se encuentra el aparato sensorial diferenciado que es irritado por el líquido endolinfático. Estos conductos son los órganos de orientación dinámica, o sea los destinados a controlar los cambios de velocidad angular. Cada conducto manda, pues, un plano del espacio.

Adquisiciones recientes han llegado a definir el papel desempeñado por cada uno de los elementos constitutivos del laberintoposterior en los distintos momentos del equilibrio de un avión. El Dr. Quix, con los datos aportados por el Dr. Van Wulfften-Palthe, ha llegado a la casi exacta medición de las distintas presiones otolíticas en las vueltas, loopings y demás acrobacias, lo cual, además de constituir un trabajo ímprobo, es el más importante paso dado hacia la obtención de la verdadera fisiología del vuelo.

Los movimientos del avión se caracterizan, contrariamente a lo que sucede en otros vehículos, por la no existencia de cambios bruscos de velocidad, cuyas modificaciones se efectúan siempre, de una manera progresiva, sin choques y sacudidas de ningún género. Por lo tanto, en el vuelo en línea recta la excitación otolítica no se produce. Solamente se presentan estas manifestaciones de irritabilidad en los ascensos, y particularmente en los descensos bruscos, durante los cuales la presión otolítica disminuye hasta hacerse nula en la caída. Como consecuencia de ello se produce un reflejo que actúa sobre los músculos extensores de los miembros, gran defensa contra el choque de la caída del cuerpo humano aislado, pero que en el avión resultan altamente peligrosos, ya que los miembros actúan sobre los mandos del aparato y no precisamente con la delicadeza y suavidad que el piloto desearía.

Durante los movimientos de rotación (fig. 2) se desarrollan dos fuerzas: una, la centrífuga, y otra, la gravedad, cuya resultante pasa siempre por el eje longitudinal del piloto, teniendo en cuenta el grado de inclinación adecuado en razón directa a la velocidad y radio de la circunferencia de giro, por lo cual el ocupante del avión no debe, en estado normal, notar sensación alguna. Tan sólo en los virajes demasiado rápidos pueden los otolitos sufrir las consecuencias del aumento brusco de presión, lo que causará al piloto una sensación de ascensión muy distinta

del movimiento real que se efectúa. Ninguno de los conductos semicirculares puede apreciar la vuelta, ya que no existe cambio alguno de velocidad angular que pase por su plano de irritabilidad.

Lo mismo acontece en el curso de un looping cuando está correctamente ejecutado. La aceleración de las velocidades angulares permanece por debajo de los límites de percepción y, por lo tanto, no es apreciado por el sentido cinético. La fuerza centrífuga alcanza en este caso una gran intensidad, no existiendo en determinados momentos la compensación de la gravedad en relación al sistema otolítico, ya que cuando el aviador tiene la cabeza

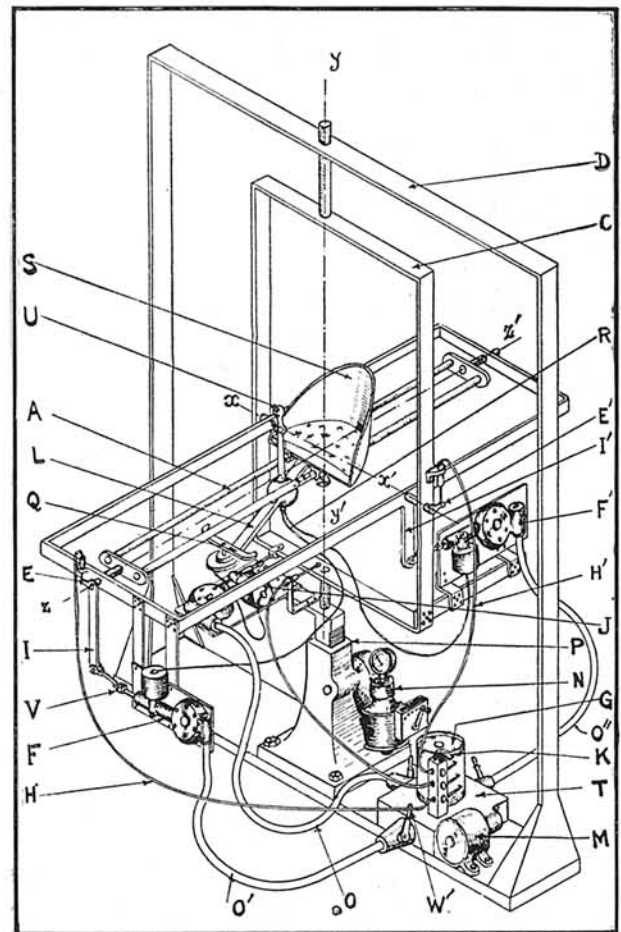


Fig. 4. — Aparato del Dr. Figueras para el estudio gráfico de la sensibilidad estatoquinética.

dirigida hacia abajo las dos fuerzas obran en sentido contrario, mientras que en el punto inferior del looping estas fuerzas obran en el mismo sentido, produciendo la resultante un reflejo sobre los otolitos, interpretado como una sensación de elevación.

Lo propio acontece con el *tonneau*, ahora que sobreañadiéndosele la acción irritativa sobre los conductos semicirculares en el plano frontal.

El más peligroso de estos movimientos y el que puede tener consecuencias fatales para cualquier piloto, dada la intensidad y disposición de los reflejos laberínticos, es la «barrena», durante la cual se produce un movimiento rápido de rotación alrededor del eje vertical paralelo al

eje longitudinal del avión, con la cabeza del aparato dirigida hacia abajo y con la aceleración propia de la caída (fig. 3). Es, pues, un *tonneau* efectuado verticalmente. Durante este movimiento la resultante entre la fuerza de la gravedad y la centrífuga es constante, pero la inclinación de la cabeza a 90 grados hacia abajo produce, por modificación de la posición de los otolitos, la sensación de fuerte elevación, que contrasta con la visión de la caída, altamente contradictoria, y para mayor complicación se le une la acción de irritabilidad del plano de giro frontal. Si el piloto eleva la cabeza ligeramente hacia atrás durante la barrena, se modifican bruscamente los planos de excitabilidad semicircular y otolítica, dando por resultado la desorientación y vértigo casi fatales. Como los aviadores, ya voluntariamente, ya por cualquier circunstancia obligada, efectúan toda clase de evoluciones de este género, los reflejos antedichos pueden aparecer en razón directa a su propia irritabilidad laberíntica y al grado de perturbación especial, tanto más perniciosa cuanto mayor sea su intensidad.

Esto es lo que podríamos llamar participación nociva del laberinto, y tanto la misión del reconocimiento de aptitud como las técnicas de dichas evoluciones, deben tender a que el aparato del equilibrio no estorbe, por decirlo así, con sus respuestas anormales, siempre perjudiciales en los vuelos. Pero es que, además, el laberinto constituye uno de los más importantes elementos del sentido estato-cinético y tiene una participación esencial en la percepción de la inclinación y posición del cuerpo, sea aislado o bien ligado al avión.

Sin llegar al estado de irritabilidad molesta, el sentido estato-cinético nos ilustra acerca de nuestra situación en el espacio y la dirección de los distintos desplazamientos por un complejo mecanismo de control, difícil de explicar en forma de artículo no médico, y en este mecanismo toma parte activa el laberinto, especialmente los otolitos, que asumen la delicada misión de aguja directriz de reflejos coordinados hacia los miembros.

La vista, con toda su importancia indiscutible, es el sentido más sujeto a ilusiones erróneas. Es fácil darse cuenta en una estación de ferrocarril cuando coinciden dos trenes parados en sentido contrario. Un pasajero de uno de ellos siempre tiene la convicción falsa de que comienza la marcha el tren en que está situado, aunque el que inicie realmente la partida sea el otro. Otro ejemplo es la desviación de los objetos (árboles, postes telegráficos, etc.) durante las curvas que el tren pasa a gran velocidad. En realidad la inclinación la efectúa el tren sobre el peralte de la vía. Una ilusión muy típica, que demuestra por qué no es posible confiar a la vista la percepción de posición, es el fenómeno observado por infinidad de pilotos, quienes durante el vuelo entre nubes, donde no les guía el sentido visual, notan con desagrado que han perdido la horizontalidad, comprometiendo el equilibrio del avión. Esto es debido a que habituados a comprobar su posición con ayuda de la vista, al faltarles este medio, la situación del aparato depende únicamente de su self-control de equilibrio estático. Este puede ser más activo de un lado hacia el cual se inclina el conjunto,

hombre y aparato. Estas ilusiones peligrosas, y el hecho de que muchos individuos, robustos e inteligentes, sin lesiones y trastornos funcionales de ningún género, son siempre malos pilotos por existir en ellos una discordancia entre la magnitud y tiempo de las impresiones y sus respuestas, justifican con creces la necesidad de añadir a los medios corrientes de reconocimiento de pilotos aviadores una investigación detenida de las aptitudes psicológicas y, en especial, de las reacciones psico-motrices.

El Dr. Luis Figueras, comandante médico de la Escuela de Aviación de la Aeronáutica Naval, ha ideado a este fin un utilísimo e ingenioso aparato (fig. 4) en el que, por medio de complicadísimos mecanismos, es posible reproducir todos los movimientos y situaciones que puede adquirir un avión. Este aparato consta de un sillín desde el cual el alumno experimentado puede repetir todas las maniobras del vuelo con medios de manejo idénticos a los de los aviones. El médico observador puede efectuar, asimismo, cualquier movimiento o posición, siéndole igualmente fácil modificar cualquier actuación del sujeto explorado.

De todo lo anteriormente expuesto se puede, pues, deducir que las condiciones físico-psicológicas que deben ser exigidas a los aspirantes a piloto con probabilidades de éxito en su cometido, son: vista y oído excelentes, inteligencia normal, salud inmejorable, buen desarrollo muscular y especialmente visceral, laberintos no hiperexcitables y de idéntica irritabilidad para ambos lados (ya hemos visto que uno de los aspectos del laberinto es el de órgano capaz de responder a los estímulos más insignificantes con reacciones anormales o exageradas, perjudicando a su poseedor), y finalmente, estar dotado de un sentido estato-cinético, bajo su aspecto de aparato de self-control, que responda con la rapidez y oportunidad apropiadas a su difícil misión.

Tal es el estado actual de la cuestión de la aptitud física de los pilotos aviadores someramente tratado, ya que cada una de las secciones de este tema son objeto de estudios detenidísimos y complejos que requieren casi una especialización. Pero el más apasionante y discutido es el tema que se refiere al sentido del equilibrio, y por sí solo constituye la razón de investigaciones incontables, girando a su alrededor los demás problemas como de menor cuantía.

Irán sucediéndose los descubrimientos y adquisiciones que relegarán al olvido factores que hoy consideramos imprescindibles. La vista es posible vaya perdiendo su actual valor, ya que las correcciones de ametropías serán cada vez más perfectas y, por otra parte, la tendencia a los vuelos nocturnos es cada día mayor. Pero siempre quedará en pie la cuestión del sentido estato-cinético, ya que las contingencias en un vuelo, no digamos en planeadores donde el piloto lo confía todo a sus aptitudes personales, sino aun en aviones de perfección inconmensurable; en un momento surgirá el imprevisto que eliminará todos los sistemas mecánicos de control, y el hombre solo ante el inminente peligro, sin otros medios que los de su naturaleza y el instinto de conservación, se aprestará a la defensa, y esta defensa, consistente en mantener el avión en perfecto equilibrio, la deberá sin duda a su sentido estato-cinético.