



AÑO LXXXVIII

MADRID. = AGOSTO 1933

NÚM. VIII

Influencia de la capa ionizada de la alta atmósfera sobre la propagación de las ondas electromagnéticas

Bibliografía.

MESNY.—Radioélectricité générale.

CHAULARD.—Les ondes courtes.

MAURAIN.—Phénomènes magnétiques et électriques terrestres.

DELCAMBRE.—Conférences de météorologie.

ERRERA.—Polarisation diélectrique.

Artículos de "The Marconi Review":

ECKERSLEY.—Developments in the study of radio wave propagation.

MARCONI.—Phenomena accompanying radio transmission.

DOWSETT.—Echo signals in transatlantic picture telegraphy.

Propagación de las ondas electromagnéticas sobre la superficie de la tierra

Diferentes hipótesis.—Un oscilador, aislado en el espacio, radia energía, como un foco de luz, en todas direcciones; pero si está montado sobre la superficie de la tierra, la masa de ésta constituye un obstáculo que ha de impedir, si nos atenemos a la comparación sim-

plista de las ondas electromagnéticas con los rayos luminosos, la recepción de aquéllas en un punto lo suficientemente alejado del oscilador para que intervenga la curvatura de nuestro planeta. La experiencia ha demostrado, sin embargo, la posibilidad de captar las ondas electromagnéticas, por grande que sea dicho alojamiento y cualesquiera que sean los obstáculos interpuestos entre el oscilador y el receptor.

Para explicarse esta anomalía y, sobre todo, para sacar de ella el mayor provecho, ha sido necesario estudiar a fondo los fenómenos que intervienen en la propagación de las ondas sobre la superficie de la tierra; de su conocimiento se deducirán la forma más apropiada en que el oscilador debe radiar las ondas, cómo debe captarlas el receptor y cuál es, en cada caso, la frecuencia de efectos óptimos.

Si consideramos la tierra como un conductor, se podría admitir que, al vibrar la antena, irradian de su base corrientes que se propagan sobre el terreno, como las que se transmiten por una línea telegráfica; las ondas emitidas resbalarían así sobre la superficie del globo como las ondulaciones que corren por las aguas tranquilas de un lago en el que se arroja una piedra. Admitida esta hipótesis, la disminución de la intensidad de la recepción con la distancia sería debida al ensanchamiento progresivo de las zonas afectadas por la oscilación, a medida que ésta se propaga y a la disipación de la energía, por efecto Joule en el terreno y por radiación en el espacio. Pero semejante explicación no parece lógica, porque liga íntimamente al terreno con la propagación de las ondas.

Así, pues, y hasta hace algunos años, los investigadores se explicaban los grandes alcances obtenidos sobre la superficie de la tierra por el solo efecto del fenómeno de la *difracción*, e intentaron, sobre la base de esta creencia, la integración de las ecuaciones del campo electromagnético. El problema se planteó suponiendo que la antena de emisión, prolongada por una toma de tierra y continuada por la masa conductora del terreno, constituye un oscilador que radia energía a todo el espacio. El campo que crea este oscilador está limitado, por una parte, por la superficie del globo, que se supone infinitamente conductor; por la otra parte, el espacio; la radiación no encuentra límites.

Aun en estas condiciones simplificadas dicha integración constituía un problema difícil, que *Van der Pol* llegó, sin embargo, a resolver, obteniendo una fórmula aplicable a todos los puntos de la superficie terrestre. Mas en seguida se hizo patente que los valores

que resultaban de su aplicación eran *enormemente más débiles*, por lo menos diez mil veces más pequeños que los que se obtenían experimentalmente o que los que resultaban de la aplicación de la fórmula de Austin (1). La difracción era, por tanto, impotente para proporcionar, por sí sola, los grandes alcances, cuya explicación tenía que basarse forzosamente en la existencia de otros fenómenos.

En 1902, casi simultáneamente, *Kenelly* en Norte-América y *Heaviside* en Inglaterra, establecieron la hipótesis de la existencia, en la alta atmósfera, de una capa fuertemente ionizada concéntrica con la superficie de la tierra, y lanzaron la idea de que, además de las ondas que se propagan sobre la superficie de la tierra por difracción, los rayos de propagación proyectados al espacio por el emisor, con diferentes inclinaciones, sufren al tropezar con dicha capa reflexiones o refracciones que modifican su dirección y los proyectan de nuevo sobre la tierra, impidiendo que dichos rayos se pierdan en el espacio infinito.

Como se verá por las explicaciones que siguen, la existencia de la capa de Kenelly-Heaviside no admite hoy día ningún género de duda. La energía lanzada por un emisor sufre en la alta atmósfera y en la tierra una serie de refracciones y reflexiones sucesivas hasta que llega al receptor, encontrándose así canalizada entre las superficies de una y otra.

Debe hacerse observar que los fenómenos de la propagación de las ondas no son los únicos que han conducido a la hipótesis de una capa ionizada en la alta atmósfera. En 1907, *Shuster* estableció, fundándose en su existencia, una teoría de las variaciones de corto período del magnetismo terrestre; *Birkeland* y *Stormer* la han utilizado para la explicación de las auroras boreales.

Antes de proceder al estudio de la formación y efectos sobre las ondas de la capa ionizada de la alta atmósfera es necesario examinar los resultados de la experiencia; las particularidades y anomalías de la propagación de ondas de diferentes longitudes nos permitirá deducir consecuencias de gran interés.

Resultado de las observaciones.—Desde 1907, primer año en que se aseguró un servicio radiotelegráfico regular entre el antiguo y el nuevo continente, por medio de las estaciones de *Clifden* (Irlanda) y *Glace Bay* (Nueva Escocia), se fueron aumentando progresivamente los alcances. Se recurrió al empleo exclusivo de las ondas lar-

(1) Esta fórmula empírica, conocida universalmente, proporciona los valores de la intensidad de recepción en función de la distancia y de las características del emisor y del receptor.

gas, porque con las oscilaciones amortiguadas que se empleaban entonces eran necesarias grandes antenas para poner en juego grandes cantidades de energía, porque con las ondas largas el efecto de la difracción es más acentuado, prestándose, por tanto, mejor para contornear la superficie de la tierra, y además, con ellas, la inclinación del vector del campo eléctrico sobre el terreno es menor y más pequeña, por consiguiente, la absorción de la energía del campo electromagnético por el mismo y, finalmente, porque no conociéndose aún las lámparas osciladoras, no se podían producir ondas cortas en buenas condiciones.

Por estas razones sólo se emplearon las frecuencias inferiores a mil kilociclos por segundo (ondas mayores de 300 metros) hasta 1920, a partir de cuya fecha los progresos realizados en la fabricación de las válvulas termoiónicas hicieron posible el empleo práctico de los emisores de onda corta.

Las ventajas del empleo de las ondas cortas se pusieron bien pronto de manifiesto. Con las ondas largas, a pesar de las dimensiones extraordinarias dadas a las antenas, con el coste enorme subsiguiente, la cantidad de energía radiada es insignificante con relación a la energía total puesta en juego, sólo el 2 ó el 3 por 100; con las ondas cortas, en cambio, a causa de la gran resistencia de radiación de las antenas correspondientes, resistencia inversamente proporcional al cuadro de la longitud de onda, el rendimiento que se obtiene es del 90 al 95 por 100 con antenas de pequeñas dimensiones, poco costosas. Además, las ondas cortas permiten, en radiotelefonía, aumentar la densidad de las comunicaciones (1) y realizar, en radiotelegrafía, grandes velocidades de transmisión, gracias al fuerte amortiguamiento de la antena. La influencia de los atmosféricos se reduce, con ellas, de un modo sorprendente.

Fueron los aficionados quienes, disponiendo libremente de su empleo en los primeros tiempos de los emisores de onda corta, llegaron a obtener a poco alcances sorprendentes; no tardó mucho tiempo en ser empresa sencilla la comunicación con el lugar de los antípodas, y al seguirles, en el empleo de estas ondas y en el aumento de los

(1) Admitiendo una anchura total para el espectro de frecuencia de 5 kilociclos por segundo, resulta que entre 100 (3.000 kc/s.) y 1.000 (300 kc/s.) metros de longitud de onda, la anchura de la banda es de 2.700 kc/s. y permite $\frac{2.700}{5} = 540$ comunicaciones simultáneas, mientras que entre 1.000 y 10.000 metros (30 kc/s.) sólo serán posibles $\frac{270}{5} = 54$ comunicaciones.

alcances, las entidades oficiales y comerciales dedicadas a la radiocomunicación, se pusieron bien pronto de manifiesto ciertas particularidades y anomalías en la propagación, que hicieron patente la necesidad de emprender una serie de observaciones que permitiesen deducir sus causas. Las variaciones de alcance entre el día y la noche, las perturbaciones en la recepción a la salida y a la puesta del sol, permitieron desde luego atribuir a la influencia solar un papel de primer orden en la propagación; el salto, por las ondas, de obstáculos considerables, tales como altas cadenas de montañas, de noche y no de día, las variaciones en la intensidad de las señales observadas en el momento de los eclipses, etc., condujeron a localizar esta influencia en la atmósfera.

Las observaciones realizadas con el objeto que acaba de indicarse se presentan con un carácter complejo, confuso y a veces contradictorio, debido al gran número de variables que intervienen en la propagación de las ondas y cuya influencia relativa es, en cada experiencia, difícil de determinar en muchos casos. No es posible hacer una clasificación exacta de los resultados de la observación, y hay que contentarse, hoy por hoy, con darse cuenta de la marcha general de los fenómenos y deducir de ella consecuencias que sirvan de base a los estudios teóricos. Recapitulemos, someramente, dichos fenómenos y el resultado de las observaciones.

Un primer fenómeno, ya conocido desde los primeros tiempos de la radiotelegrafía, es la variación del alcance (1) con la hora del día, la estación y la posición geográfica del receptor.

Del examen de los cuadros gráficos trazados por el "Bureau of Standard" y que se reproducen, simplificados, en la fig. 1, se deduce, de un modo general, que los alcances son más grandes de noche que de día. Este efecto, poco acentuado en las frecuencias inferiores a 60 kc/s., es considerable con las ondas cortas, en las que los alcances de noche llegan a ser más de diez veces superiores a los de día. Cuando las frecuencias son mayores de 15.000 kc/s. (ondas menores de 20 ms.), el fenómeno cambia radicalmente; excepto a las distancias muy pequeñas, estas ondas sólo son audibles de día.

La influencia de las estaciones se manifiesta por un aumento de

(1) La palabra "alcance" tiene, desde luego, un carácter poco preciso; se la puede definir diciendo que es la distancia a la cual una emisión, de potencia dada, se recibe con claridad. Pero la recepción depende del receptor empleado, de la habilidad del operador y del uso a que se destinen las señales. Los resultados que se consignan en el texto se refieren a potencias de emisión e intensidades de recepción del mismo orden de magnitud.

los alcances en invierno, efecto que se acentúa por la menor duración del día en esta estación.

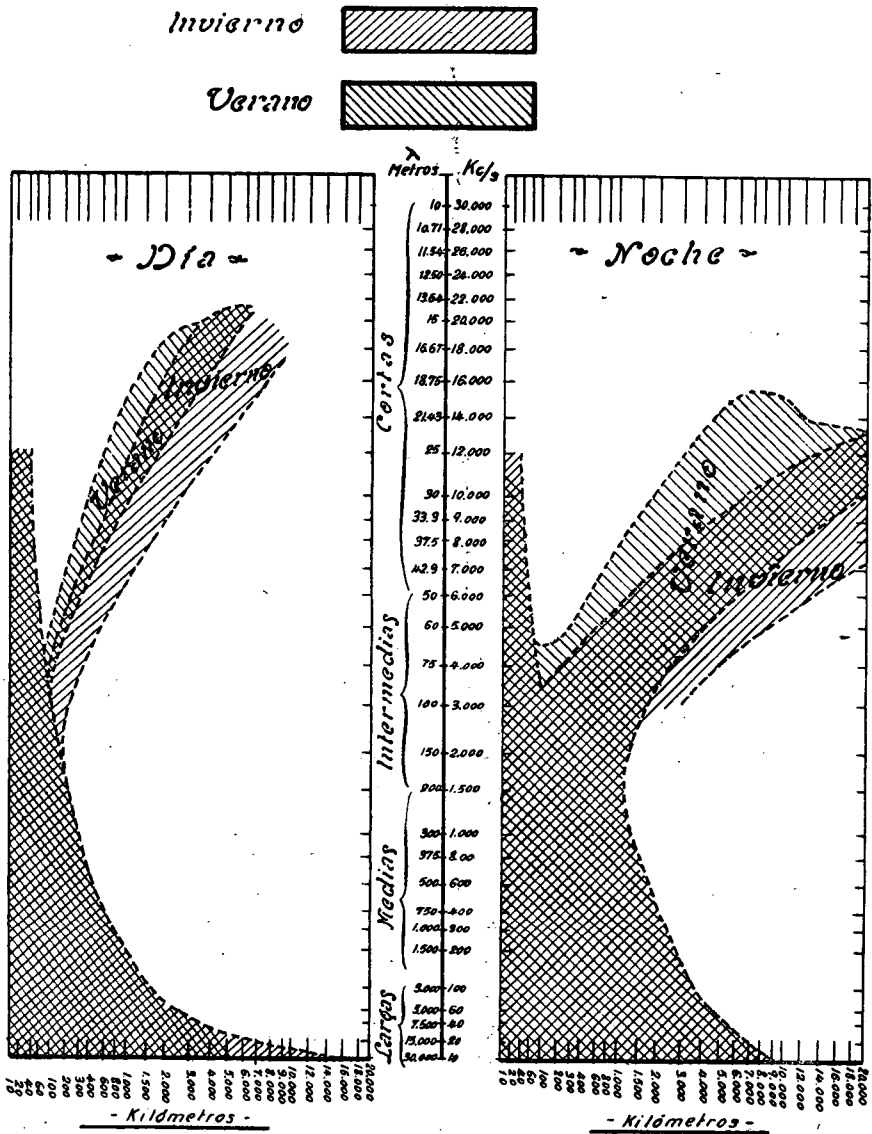


Fig. 1.

La fig. 1 demuestra que las ondas cortas llegan fácilmente al lugar de los antípodas. Nada se opone a que sus alcances sean mucho

mayores, a que lleguen a dar una o varias vueltas a la tierra, caso confirmado por la experiencia, como veremos después. Ahora bien; la posibilidad de que una emisión se reciba bien en puntos muy alejados depende de que la zona nocturna recorrida por las ondas sea mayor que la zona iluminada por el sol; puede suceder que sea el más grande de los dos arcos de círculo máximo que unen al emisor con el receptor, el camino más favorable para las ondas; éstas llegan entonces al receptor en la dirección opuesta a la que, por corresponder a la menor distancia, se considera como dirección del emisor; las estaciones de recepción dirigida deberán, por tanto, en ciertos casos, cambiar en 180° la posición de sus elementos a horas determinadas.

Cuando las ondas que siguen los dos caminos llegan a un receptor no dirigido con intensidades próximamente iguales, las dos señales correspondientes se reciben con la diferencia de tiempo debida a la diferencia de los recorridos; la superposición, no exacta, que así resulta, origina las perturbaciones que revelaron, en un principio, la propagación en los dos sentidos.

Para estudiar estos fenómenos se han hecho experiencias con aparatos que permiten registrar señales muy breves; son dignas de mención las realizadas por *Quack*, en la Telefunken, con ondas de 15,5 metros, experiencias que han demostrado que las ondas se propagan con la velocidad de la luz a una altura media de un centenar de kilómetros sobre la superficie de la tierra. En la fig. 2 se ponen de manifiesto los resultados de estas experiencias; la separación, en tiempo, de dos señales consecutivas, igual a 0,1375 de segundo, es la que corresponde al que las ondas necesitan para dar una vuelta completa a la tierra, en las condiciones de altura y velocidad antes señaladas. Estos resultados sólo pueden obtenerse, bien entendido, en épocas y a horas determinadas, para aprovechar los momentos en que los recorridos totales de las ondas, en las direcciones opuestas, pueden realizarse en zonas iluminadas de la tierra, es decir, cuando el círculo máximo que limita en ésta las zonas de luz y sombra pasa al mismo tiempo por el emisor y el receptor.

La recepción múltiple y sucesiva de una misma señal, de que acaba de hacerse mención, pone de manifiesto la existencia de los *ecos*; este fenómeno se produce muchas veces con diferencias de tiempos menores que las correspondientes al que una onda necesita para dar la vuelta a la tierra; como se verá después, el estudio de los ecos, además de confirmar la existencia de la capa ionizada, ha servido para medir su altura.

El profesor *Stormer*, de Oslo, ha recibido ecos eléctricos varios segundos después de la transmisión de una señal; si se tiene en cuenta la velocidad de propagación de las ondas, hay que admitir que las

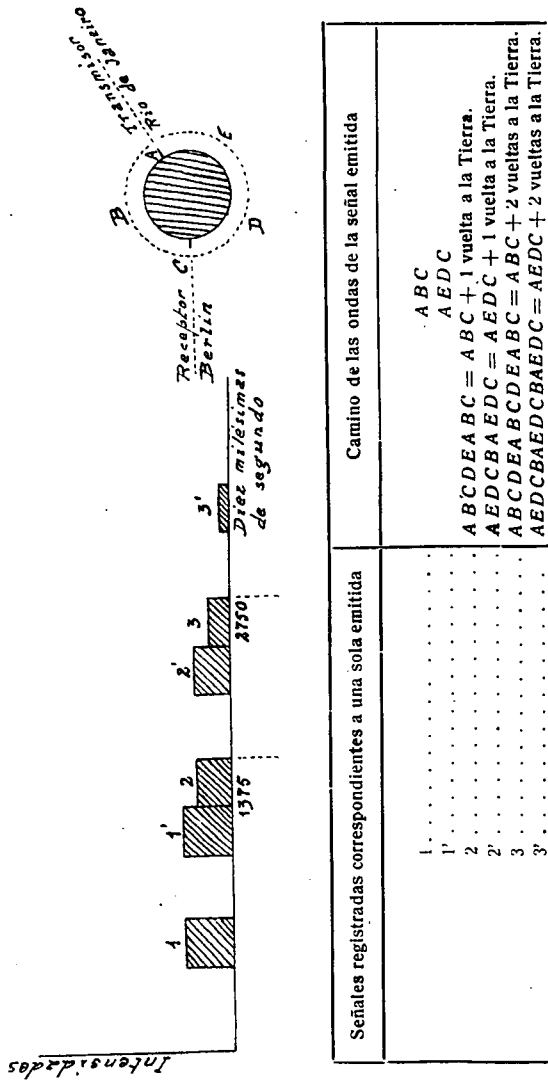


Fig. 2.

causantes de estos ecos han recorrido distancias de varios centenares de miles de kilómetros.

Otro fenómeno, más interesante si cabe que los precedentes, sólo se presenta con las ondas cortas. Si se aleja progresivamente un receptor de un emisor de ondas de esta clase, se nota primero una debilitación de la intensidad de las señales, hasta su extinción completa; se recorre luego una *zona de silencio*, pasada la cual las señales reaparecen bruscamente con energía considerable, que disminuye después gradualmente con la distancia. Un aumento importante de la potencia de emisión modifica muy poco la anchura de la zona de silencio y, en particular, apenas cambia la posición de su límite exterior. Resulta de la existencia de este fenómeno que emisiones perfectamente audibles a 15 ó 20 mil kilómetros del emisor, pueden ser imposibles de delatar a una distancia de mil kilómetros.

Las zonas de silencio son más anchas de noche que de día, en invierno que en verano, decreciendo, por tanto, con el máximo de insolación. La variación de la anchura entre el día y la noche es muy acentuada con ciertas frecuencias; por ejemplo, las comprendidas entre 4.000 y 5.000 kc/s. (onda de 75 a 60 metros) sólo dan zonas de silencio por la noche.

El límite interior de las zonas de silencio, es decir, el más próximo al emisor, se encuentra tanto más cerca de éste cuanto más pequeña es la longitud de onda. Con las frecuencias mayores de 15.000 kc/s., las señales desaparecen por completo a distancias comprendidas entre 15 y 20 kilómetros.

El límite exterior de la zona de silencio se separa tanto más del emisor cuanto mayor es la frecuencia; con las superiores a 23 mil kc/s. es difícil encontrar, a gran distancia, la zona en que las señales que perciben de nuevo. Más allá de los 30.000 kc/s. (ondas extracortas) será excepcional percibir señales a gran distancia; estas ondas sólo pueden utilizarse en las condiciones que se señalarán más adelante.

Hay que guardarse de considerar las zonas de silencio desde un punto de vista simplista, como si estuviesen limitadas por circunferencias con centro en el emisor. Insistamos en que los fenómenos de propagación son muy complejos y en que sólo exponemos aquí resultados generales. Así resulta que las zonas de silencio están formadas, muchas veces, por fajas o islotes, distribuidos caprichosamente alrededor del emisor.

Otra anomalía que se presenta en la recepción de las ondas, particularmente de noche, vulgarmente llamada "efecto fading", es la de los desvanecimientos o debilitaciones de las señales, de duración sumamente variable, desde algunos minutos hasta una fracción de

segundo, y cuya importancia es función de la frecuencia y de la distancia al emisor. Inexistentes en las ondas largas, los desvanecimientos son particularmente sensibles en las frecuencias comprendidas entre 400 y 2.000 kc/s. (ondas de 750 a 150 metros), aunque también se señalan en las ondas cortas.

A la distancia de unos diez kilómetros del emisor, los desvanecimientos son poco sensibles; aumenta su importancia cuando la distancia crece, pasando por un máximo hacia los 100 kilómetros, para las frecuencias de 500 a 1.000 kc/s.; a distancias mayores se presentan otros máximos.

Durante la salida y la puesta del sol, los desvanecimientos se producen con todas las ondas, incluso con las largas; su duración es de un cuarto de hora, aproximadamente. La existencia de este fenómeno parece estar ligada al paso, por las estaciones de emisión y recepción, de la línea que separa las regiones iluminadas y oscuras de la tierra.

Los desvanecimientos se producen, a veces, con intensidades muy diferentes cuando se emplean ondas de frecuencias muy próximas, tales como las que se encuentran dentro de las bandas laterales del espectro, en la modulación telefónica. Este fenómeno, llamado "fading selectivo", al producir una disminución de la intensidad de recepción de una frecuencia determinada, produce fuertes distorsiones en la recepción de las emisiones moduladas.

El estado de la atmósfera ejerce indudable influencia sobre la propagación; pero no ha sido posible, hasta la fecha, establecer leyes generales. Sólo se ha podido registrar, a pequeñas distancias (de 300 a 400 kilómetros) y con ondas largas (mayores de 10.000 metros), una correlación entre la intensidad de recepción y la temperatura; se han trazado, durante todo un año, diagramas de las medias mensuales de la primera y de las inversas de las mismas medias de la segunda, obteniéndose dos curvas sensiblemente paralelas.

La actividad solar, que se aprecia por el número de manchas que aparecen en la superficie del sol, actúa sensiblemente sobre la intensidad de la recepción de las ondas electromagnéticas, aunque no haya sido posible aún establecer la ley que liga una y otra. Nos limitaremos a indicar que las tempestades magnéticas, debidas a los fenómenos de actividad solar, coinciden generalmente con perturbaciones en la propagación; las ondas largas se propagan mejor de día y peor de noche; la propagación de las ondas cortas es muy mala y se hace, a veces, imposible durante algunas horas. Por otra parte, de los trabajos estadísticos realizados, parece deducirse que las va-

riaciones medias de la intensidad de recepción, durante largos períodos de tiempo, siguen sensiblemente las variaciones medias de la actividad solar.

Hagamos mención, por último, del fenómeno de la rotación del plano de polarización del campo. En las emisiones normales de día, con ondas largas o intermedias, el campo eléctrico está polarizado rectilíneamente, y su dirección, en las proximidades del terreno, difiere poco de la vertical, cuando éste no es muy mal conductor.

Así, pues, en las condiciones que acaban de indicarse, si $A B C D$ (figura 3) es el plano del terreno, la normal a éste, F_n , será la dirección del vector eléctrico; pero de noche, el rayo de propagación de la onda no corre paralelamente al terreno, llega a él con una dirección inclinada, PO , y su plano de polarización, en vez de confun-

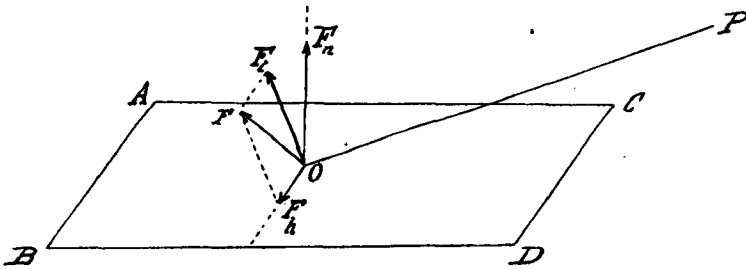


Fig. 3.

dirse con el de incidencia POF_n , perpendicular al terreno, gira cierto ángulo, tomando la posición POF . El vector eléctrico perpendicular, como es sabido, al rayo de propagación, tendrá la dirección OF , pudiendo ser considerado como la resultante de dos vectores, uno OF_i , situado en el plano de incidencia, y el otro, OF_h , horizontal y perpendicular al anterior.

Si los vectores F_i , F_h no están en fase, puede producirse (figura 4) la polarización elíptica del campo, y en este caso el vector F , en vez de conservar una dirección fija, toma todas las situadas en el plano de la onda. En las ondas cortas, la polarización elíptica del vector eléctrico se verifica de día y de noche.

El fenómeno que acaba de examinarse dificulta las observaciones radiogoniométricas.

Formación de la capa ionizada de la alta atmósfera.

Examinados someramente, y de un modo general, los fenómenos y anomalías que acompañan a la propagación de las ondas, estu-

diemos primero, antes de interpretarlos, cómo puede formarse, en la alta atmósfera, una capa ionizada, y cómo pueden propagarse, en un medio así ionizado, las ondas electromagnéticas.

Ionización de la atmósfera.—La ionización de la atmósfera es de grado muy diferente, según sean, en cada lugar o momento, las causas que la producen. Pero, considerándola en general, se deduce de

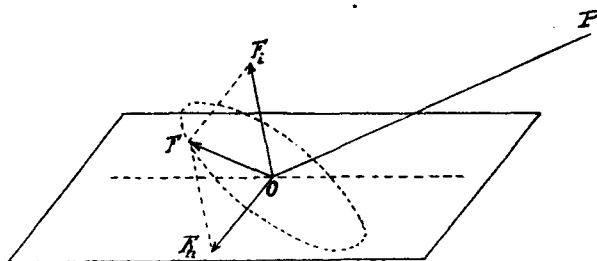


Fig. 4.

los estudios sobre la ionización de los gases, que dichas causas han de producir una separación constante de los electrones que, al desprenderse de ciertas moléculas, las dejarán cargadas positivamente; aquellos electrones, al fijarse en moléculas neutras, producirán iones negativos, y es probable que los centros electrizados de signos contrarios que así resultan queden rodeados, por atracción electroestática, de moléculas neutras. De ser constante la intensidad de la causa que produce esta ionización, el número de dichos iones aumentaría indefinidamente, si no se fuesen eliminando, al mismo tiempo, por la recombinación de los que chocan, al participar del movimiento incesante de las moléculas y por otras causas cuyo examen alargaría estas ligeras nociones; en resumen, este proceso continuo de ionización y recombinación origina cierto equilibrio en virtud del cual se establece en cada lugar de la atmósfera, y en relación con las circunstancias del momento, un determinado grado de ionización.

El fenómeno de la ionización de la atmósfera se complica por la existencia, en ella, de dos clases de iones, los llamados *iones rápidos* o *pequeños iones*, cuya movilidad es del orden de un centímetro por segundo en un campo de un voltio por centímetro (1) y los denominados *iones lentos* o *grandes iones*, descubiertos por *Langevin* en 1905, de movilidad unas tres mil veces menor que la de los pri-

(1) La movilidad de los iones negativos es mayor que la de los iones positivos.

meros; la carga de unos y otros es la misma. No parece probable que existan en la atmósfera otras clases de iones estables, pues aun cuando se ha manifestado la existencia de iones de movibilidades diferentes de las que tienen los antes citados, su proceso de evolución hacia una u otra de estas dos categorías es muy rápido.

Causas de la ionización de la baja atmósfera.—La acción de los rayos α , β y γ de las sustancias radioactivas contenidas en el suelo y en el aire es una de las causas de la ionización de la baja atmósfera. Las rocas y las tierras contienen, en efecto, materias radioactivas y, en el aire, se producen emanaciones de radio y de los productos de su desintegración que en él se encuentran en suspensión, así como de torio, pero de este último sólo en las proximidades del suelo, pues este gas desaparece rápidamente.

Otras radiaciones de longitudes de onda sumamente pequeñas, producidas al parecer por electrones dotados de gran velocidad, procedentes del sol y de otros astros, pueden contribuir también a la ionización, aun cuando las primeramente citadas sean suficientes para producirla en el pequeño grado en que existe en la baja atmósfera.

Causas de la ionización de la alta atmósfera.—La ionización de la alta atmósfera se produce, verosímilmente, por la radiación solar. Los rayos ultravioleta, cuya acción sobre las capas bajas de la atmósfera es despreciable por la absorción del aire, ejercen indudablemente sus efectos ionizantes sobre las capas superiores.

Se ha atribuído también la ionización de la alta atmósfera a los corpúsculos que lanza el sol al espacio, formando los rayos positivos α y los negativos β ; las auroras boreales proporcionan una manifestación notable de la existencia de este bombardeo y sus elementos pueden medirse con precisión; los haces y las pantallas de estas auroras tienen un límite inferior bien definido, cuya altura se ha medido por los físicos noruegos; la mayoría de las medidas dan una altura de 110 a 120 kilómetros, pero algunas han dado alturas de 500 a 550 kms. y otras bajan hasta los 80 kms.

El bombardeo de estos corpúsculos es, sin embargo, insuficiente para explicar, por sí solo, las diferencias señaladas anteriormente en la propagación de las ondas electromagnéticas de día y de noche y sus rápidas variaciones a la salida y puesta del sol. En efecto, dichos corpúsculos son lanzados por el sol a velocidades pequeñas, y en cuanto se acercan a la tierra su trayectoria deja de ser rectilínea, arrollándose en espiral alrededor del eje magnético, bajo la influencia del campo terrestre, por lo cual pueden llegar a la alta atmósfera lo mismo del lado del sol que del opuesto.

Hay que admitir, por consiguiente, como causa principal de la ionización de la alta atmósfera, la primera de las anteriormente señaladas, es decir, la acción de los rayos ultravioleta.

Según la ley de *Laplace*, que rige el enrarecimiento de los gases a altitud creciente, la rarefacción de un gas es tanto más rápida cuanto mayor es su densidad. La proporción de los gases ligeros, hidrógeno y helio, sumamente débil en las proximidades del terreno, debe, por tanto, crecer con la altitud, y es lógico admitir que estos gases sean los preponderantes en las altas capas de la atmósfera (1). Sobre ellas deben ejercer su acción ionizante los rayos de más corta longitud de onda que forman parte de la radiación solar, acción ionizante que debe crecer con la altitud, puesto que la absorción atmosférica disminuye, y que ha de llegar a ser intensa en las capas más elevadas y enrarecidas.

En las partes más bajas de la atmósfera, donde la densidad en moléculas es grande, los corpúsculos negativos, desprendidos de las moléculas neutras, se fijan probablemente muy pronto sobre otras moléculas neutras, y los centros negativos que así se forman, así como los centros positivos que resultan de aquella separación, quedan rodeados, como anteriormente se explicó, por un cortejo de moléculas neutras. En las capas muy enrarecidas, los corpúsculos negativos y las moléculas positivas pueden mantenerse más tiempo en forma sencilla; es lógico suponer que se encuentren en gran proporción centros electrizados más pequeños, que tendrán, por tanto, mucha movilidad, mayor tal vez que la de los pequeños iones, proporcionando a dichas capas una gran conductividad.

En los estudios teóricos sobre la propagación sólo se consideran, en general, los iones negativos de los electrones libres y la densidad iónica se estima por el número N de estos electrones existentes por centímetro cúbico. Dicha densidad no es constante en la alta atmósfera, a distintas alturas; es, en general, creciente con la altura, presentando, como se verá más adelante, variaciones muy bruscas.

GUSTAVO DE MONTAUD.

(*Se concluirá.*)

(1) Sin embargo, según Stormer, el análisis espectroscópico de las auroras boreales sólo ha puesto de manifiesto la existencia del nitrógeno.

Breves ideas sobre el concepto de la enseñanza

¿Se da a la enseñanza toda la importancia que requiere? ¿Se exige al profesorado la eficiencia de su función docente? ¿Se le concede, en fin, la atención y la protección que merece?

Para contribuir, siquiera sea brevemente, a la resolución de los problemas que encierran estas preguntas, que estimo de constante actualidad, valgan las páginas siguientes, inspiradas en un hermoso libro del insigne Lacroix, titulado "Essaix sur L'enseignement", publicado en París en los últimos diez años del siglo XVIII. Si bien, según el autor expresa en la Introducción de su libro, su objeto fué ocuparse del cultivo de las matemáticas durante el siglo XVIII y de su influencia sobre el progreso del espíritu humano en ese intervalo, trata también, en la primera *Sección*, de la enseñanza en general durante el citado siglo XVIII; de su historia; de la forma en que se practicaba en las escuelas centrales y en las especiales; de los programas, y de otros varios asuntos interesantes que afectan al plan general.

Desempeñaba yo, hace más de cincuenta años, el cargo de profesor en la que fué importantísima, por más de un concepto, Academia de Ingenieros Militares, establecida en Guadalajara. Después de tres o cuatro años de profesorado, en el que puse toda mi buena voluntad para salir airoso en mi empresa, vino a mis manos el libro de Lacroix, y su lectura engendró en mi ánimo la duda respecto a la eficiencia de mi trabajo como maestro, y engendró el propósito de llenar cumplidamente mi cometido.

La experiencia adquirida en el profesorado, con el pensamiento siempre fijo en el magistral espíritu de la obra del insigne Lacroix, ha sido la base del escrito que someto a la benevolencia de mis lectores y que espero alcanzar, ya que no por la modestia de mi trabajo, por el bien que pudiera resultar para el cultivo de los conocimientos humanos.

He aquí una breve sinopsis de este trabajo:

Concepto de la enseñanza.

La cultura de un pueblo ha de tener carácter general.

El maestro es el alma de la enseñanza; sus cualidades y sus aptitudes.

Programas.

Textos.

Exámenes.

Concepto de la enseñanza.

Reglas.—Para cultivar con fruto un terreno hay que labrarlo bien y arrojar en él semillas que arraiguen profundamente, a fin de que broten de ellas numerosas y fuertes ramas; no cultivar plantas de vistoso follaje, pero de raigambre somera, que se agostan sin haber ofrecido más utilidad que una estéril y efímera nota de color.

La enseñanza no tiene solamente por objeto amontonar materiales en el cerebro del alumno, sino dar las reglas para enlazarlos, para ponerlos en obra. ¿Puede decirse, en verdad, que un edificio está construido cuando se dispone de un buen solar, de terreno firme y sano (el cerebro) y se han adquirido y acumulado en él variados y excelentes materiales de construcción (las nociones)? No; es preciso el enlace y relación concertados, técnicos, de esos materiales para constituir un todo.

El verdadero objeto de la enseñanza es preparar el terreno y arrojar la semilla; es preparar a los alumnos para que puedan, más tarde, desarrollar por sí mismos la instrucción que han recibido; porque en el curso de la vida se aprende tanto o más que en los de las Universidades, Escuelas y Academias. Es infundirles ideas madres; no atiborrarlos de proposiciones adjetivas que los libros recuerdan cuando es preciso, si se sabe consultarlos y se ha enseñado a entenderlos.

Esto requiere *maestros y libros*. ¿Cómo tiene que ser el maestro y cómo tiene que ser el libro?

Preceptos para los usos de la vida y las necesidades de la sociedad.—El cultivo de las ciencias no tiene solamente por objeto ejercitar la inteligencia, desarrollar las facultades intelectuales de los discípulos y prepararlos para la meditación y la discusión; sino, principalmente, el proporcionarles preceptos y resultados aplicables inmediatamente a los usos de la vida y a las necesidades de la sociedad.

Orden metódico.—Es preciso el orden metódico en la enseñanza; la unión metódica en la exposición de las verdades; orden en las proposiciones; hacer evidente su encadenamiento.

Los *consecuentes*, cuando están bien deducidos, bien ordenados, reflejan sobre estos antecedentes una luz mucho más viva que la que estos antecedentes pudieran adquirir, dar, por sí mismos.

En este sentido, decía D'Alembert a algunos que se quejaban de las nubes que ciertas demostraciones les habían dejado: "Allez en avant, et la foi vous viendra". Claro es que no puede abusarse de este principio.

Sobre el ejercicio de la memoria.—La memoria debe ejercitarse; pero, ¿hasta qué punto es necesaria y de qué manera hay que ejercitarla? Depende de la naturaleza de los estudios; pero, en general, y sin desconocer su necesidad, debe procurarse encaminarla más a la retención de las cosas, de los principios, que a la de las palabras, de los detalles. De lo contrario, se corre el peligro de restringir, más bien que de desarrollar, las facultades.

Modo de fijar la atención del alumno.—La experiencia tiene demostrado que el profesor que habla mucho tiempo seguido, difícilmente mantiene el silencio y la atención del auditorio, aun tratándose de alumnos de edad; si no han salido de la infancia, todavía menos.

El tratar de fijar la atención de los alumnos es punto de la mayor importancia. El éxito de los mejores métodos de enseñanza depende mucho de la atención de los alumnos a las explicaciones del maestro. Todos los medios son buenos. Buscando los ojos de los discípulos se les atrae más a la explicación. A veces, hasta conviene descender del sillón de profesor, mezclarse a los alumnos, ante la pizarra, tomar el yeso y dibujar una figura o hacer un cálculo...

Como la atención aumenta con la edad y con la costumbre de aplicarla, la duración de las lecciones debe ser menor para los alumnos más jóvenes.

Material.—La enseñanza ha de ser objetiva en cuanto se pueda. De aquí la necesidad de un material de enseñanza completo. No gabinetes y museos en donde minúsculos modelos, que no dan idea aproximada siquiera de las cosas, estén bajo un fanal como objetos raros y preciosos; no.

Máquinas y aparatos de verdad; cuadros y lienzos que representen bien la realidad; aparatos de proyección, el cinematógrafo mismo. Todo esto pone a la vista del alumno la realidad misma, reemplaza a la vista del natural, y aun la supera, y enseña con alivio grande del trabajo cerebral.

El aparato de proyección y el cinematógrafo han entrado ya en la composición del material de enseñanza.

Espíritu de la enseñanza.—Hay que saber inspirar amor al estudio, no el horror. Hay que desarrollar la inteligencia, no atrofiarla.

¡Qué espectáculo suelen ofrecer los jóvenes que terminan una carrera! No han sacado gusto al estudio, sino horror a él. Se encuentran con un amontonamiento confuso de ideas.

En cambio, cuando se enseña bien, al entrar en el Mundo, en la sociedad, el alumno, para ejercer funciones honorables, pasa revista a todas las riquezas que una sabia instrucción ha puesto a su disposición; y de ella forma, él mismo, una especie de *agenda* apropiada para dirigirle en sus funciones y para aumentar sus conocimientos.

Con otros métodos de enseñanza, carentes de la virtualidad antes indicada, los jóvenes desarrollan una enorme cantidad de trabajo desproporcionada con la utilidad que obtienen. ¡Cuántos hay que resultan debilitados, neurasténicos, consumidas sus fuerzas intelectuales y su salud, sin que a cambio de tantos esfuerzos hayan adquirido algo que les dé alguna superioridad en la vida!

La cultura ha de ser general.

Ocioso es proclamar las excelencias del saber, de la instrucción de un pueblo, en todas las manifestaciones de la actividad humana; pero sí es conveniente decir cómo debe entenderse ese saber, esa instrucción.

¿Se mide la prosperidad de un Estado por la existencia en él de unas cuantas enormes fortunas, porque haya unos cuantos grandes capitalistas, poseedores de inmensos bienes, mientras la masa de la nación está sumida en la miseria? No; entonces la indigencia del pueblo hace más escandalosas esas fortunas. La prosperidad del Estado debe medirse por el bienestar general.

Pues del mismo modo, la cultura de un país, la prosperidad de las ciencias todas, no estriba, no debe estimarse, por la sabiduría de unos pocos, ni por la perfección adquirida en las ciencias por unos cuantos seres privilegiados, mientras el resto de la nación yace en la más crasa ignorancia. Se mide por las luces difundidas en la masa general. En el primer caso, la cultura está representada por una suma que contiene unos cuantos sumandos de gran valor, y mil y mil más de valor cero; la suma resultará mucho menor que si todos los sumandos tienen algún valor.

Esa difusión y extensión de los conocimientos es lo que distingue la civilización actual de la de los tiempos antiguos.

¿Quién puede negar el saber de algunos sabios egipcios? Pero constituían una casta. Los conocimientos que poseían, lejos de di-

vulgarlos, los reservaban, como misterios de Isis y Osiris, que se transmitían de unos sacerdotes a otros.

Ahora la cultura es enormemente mayor, porque es más general, porque se extiende a mayor número de personas.

EL MAESTRO, ALMA DE LA ENSEÑANZA

Y, ¿cuál es el instrumento de esta difusión, de esa extensión de los conocimientos? ¿Cuál es el alma de la función educativa, del desenvolvimiento de las fuerzas intelectivas?: EL MAESTRO.

El alma de la enseñanza es el maestro. Ni programas bien concebidos, ni libros de texto bien escritos, pueden sustituirle.

En sus manos han de troquelarse hombres útiles a la sociedad. Para cumplir su elevada misión, el maestro ha de tener aptitudes especiales que bosquejaré; ha de dirigir la enseñanza aplicando las reglas que, a grandes rasgos, he de exponer.

Para ser maestro no basta *saber*; es preciso, es indispensable, *saber enseñar*.

MODO DE ENSEÑAR - CUALIDADES DEL PROFESOR - APTITUDES

El profesor hábil ha de presentar las cuestiones más abstrusas por su aspecto más sencillo y en el orden más natural; ha de desarrollarlas apartándose de toda digresión y de toda oscuridad que envuelve en nubes los resultados y su encadenamiento.

En sus explicaciones ha de acomodarse al nivel medio de las aptitudes de los alumnos, a fin de que la doctrina no escape a las inteligencias mediocres y no dejen de despertar interés y emulación en las más elevadas, en las más favorecidas por la naturaleza.

La severidad del método de enseñanza no consiste en perseguir la meticulosidad de los detalles, que hacen velar, perder de vista el objeto principal, envolviendo las nociones más claras en prolijas superfluidades.

No ha de emplear el profesor *estilo elevado, fogoso ni tribunicio*, como cuando se quiere mover la pasión hablando a multitudes o se pronuncian discursos en una Academia, en un Senado. Su estilo ha de ser llano, exacto, preciso, pues se trata de *alumbrar*, no de *destumbrar*.

EL MAESTRO

El maestro debe tener fuerza moral sobre el discípulo por su saber, no por el temor del examen.

Debe compadecer la gravedad que le imponen sus funciones con la sencillez propia del hombre ilustrado y modesto.

Hay quien cree dar pruebas de superioridad sobre el alumno complicando las cuestiones, haciendo obscuras las cosas más claras, hasta inventando nombres retumbantes y pavorosos para exponer las teorías y problemas.

El profesor no ha de vivir cual molusco en su concha, abstraído en las materias que explica y tiene a su cargo. Las ciencias todas préstanse auxilio mutuo, y cuanto mayor es su progreso, más múltiples, más extensos son sus contactos, sus relaciones; y esto ha de tenerlo en cuenta el profesor como norma de conducta en las explicaciones y límites de la materia enseñada.

No debe *estancarse*; la esencia del espíritu humano es el *movimiento*: el que deja de andar, retrocede.

Las ciencias ensanchan constantemente su campo, y es preciso un trabajo constante, continuo, del profesor para apropiarse, acomodar, a sus explicaciones las adquisiciones nuevas. Sin esto, la rutina se apodera de la enseñanza, de la instrucción, y, al cabo de poco tiempo, distánciase el estado de las ciencias y el de la enseñanza.

El estacionamiento, el estancamiento del profesor, no se explica en estos tiempos de progreso general.

¿Es que ha de contentarse el profesor con recitar el curso, un año y otro, del mismo modo? Como dice muy bien Le Bon al hacer la crítica, tan amarga como exacta, del profesorado francés: "si el profesor no tuviera que hacer más que eso, no sería necesario; podría ser reemplazado en la Cátedra por un fonógrafo".

El profesor tiene que vivir la vida de relación con el mundo exterior.

El profesor que se limita a almacenar en su cabeza, en su memoria, cuanto en ella quepa, sin haber jamás dirigido una mirada al mundo exterior, sin haber ejercitado una sola vez su iniciativa, su voluntad, su criterio, mal podrá apreciar la utilidad de las teorías, ni podrá distinguir y seleccionar lo inútil de lo útil.

Biblioteca.—Para no estancarse, para estar al corriente del progreso de las ciencias, necesita disponer de un elemento indispensable: de una *Biblioteca*.

Programas.

¿Qué extensión ha de darse a los conocimientos en los programas, y dentro de cada programa, a cada asignatura?

Conviene a este propósito decir que más vale, para el alumno, *saber la mitad de las cosas* (si se saben bien) que *saber las cosas a medias*.

Que los conocimientos que adquieran los alumnos, aunque no sean en gran número, su excesiva extensión, si son claros y precisos y bien cimentados, serán siempre útiles, nunca perjudiciales. Y, en cambio, cuando el entendimiento no hace más que desflorar los asuntos, apercibiendo los resultados de modo vago, a través de nubes, con generalidades, pretendiendo sacrificar la profundidad a la extensión, esos conocimientos no pueden ser útiles, dar resultado; conducen sólo al *charlatanismo*; producen no hombres útiles a la sociedad, sino hombres más dispuestos a elevar sus pretensiones so pretexto de patentes de sabiduría, que a prestar reales servicios a la causa del progreso.

Todo lo que no sea de aplicación, que sea inútil en la práctica profesional, ¿para qué sirve?

Bueno es el exceso de conocimientos para formar sabios, pero no para hacer hombres útiles; será conveniente a los que tienen facultades y vocación para las investigaciones y los descubrimientos, pero el tanto por ciento de los alumnos que están en este caso es reducidísimo.

Objetan algunos que el cultivo de las ciencias presenta dos fases distintas:

Proporcionar preceptos y resultados aplicables a los usos de la vida, a las necesidades de la sociedad.

Ejercitar la inteligencia, desarrollar las facultades intelectuales y hacer al alumno propio para la meditación y el estudio.

Y dando una desusada importancia a esta última fase, dicen: "Cierto es que la instrucción trascendental no tiene utilidad directa; pero la tiene indirecta en cuanto constituye una *gimnasia intelectual*." ¡Como si fuera posible asimilar el trabajo de los músculos al del cerebro!

Bien dijo un ilustre maestro: "Si ejercito mis miembros aun de modo forzado, no los gasto por eso. Pero si aplico mi inteligencia en un estudio estéril, desgasto mi memoria, amontoño al cerebro un peso muerto; y como no puede soportar más que un fardo limitado, inmovilizo una parte de mis fuerzas intelectuales." ¿Se puede llamar gimnasia al amontonamiento de cosas que no dejan más huella que la de una gran fatiga cerebral?

Textos.

Tan lejos estoy de los que abominan de los textos como de aprobar lo que suele suceder con los textos en la enseñanza oficial.

La explicación del maestro, sin texto a que hacer referencia, obliga al alumno a escribir diariamente la lección recibida; único modo de recordarla para repasarla para examen, y modo único también de conservar para el porvenir la enseñanza que adquirió.

Este trabajo tiene varios inconvenientes:

Roba al alumno un tiempo que necesita para el estudio y la aplicación de las reglas.

No todos los alumnos poseen el arte de escribir. Además, se corre el riesgo de interpretar mal una palabra, de olvidar un concepto, y que resulte la lección incompleta, deficiente y, lo que es peor, plagada de errores.

Estos errores se multiplican cuando el alumno, por evitarse trabajo, hace uso de apuntes heredados de otros alumnos.

Pero los textos malos son más perjudiciales que la ausencia de ellos. La oscuridad, la falta de encadenamiento de las ideas, de las teorías, hace ininteligibles los conceptos y hasta aborrecible el estudio. En vez de un auxiliar de la enseñanza es su mayor enemigo. Recuerdo con horror algunos de los textos que *padecí* siendo alumno.

Y es que el escribir un buen texto no es empresa fácil. Componer un texto no es coger de uno y de otro lado trozos de otros libros, yuxtaponer, amalgamar teorías y proposiciones copiadas o extractadas de otros libros, por buenos que éstos sean. Resultará un conjunto híbrido, un mal libro. Es como si un pintor inhábil, queriendo componer un cuadro sin ejecutar las partes, cortase una cabeza de un lienzo de un gran maestro, una pierna del cuadro de otro, y pegase en una tela estos trozos tan diferentes por el dibujo y el colorido.

Así hay tanto texto que podrá convenir a los intereses del autor, pero que son incapaces de enseñar. Textos que, si no fuera obligatoria su adquisición, los autores no venderían ni un solo ejemplar.

El buen libro de texto nace, según en otro lugar digo, del choque de ideas y cambio de impresiones del profesor y del discípulo; del comentario de la labor de éste por aquél; en los intentos para presentar los asuntos por su aspecto más sencillo; en el estudio de las dificultades que éstos experimenten para asimilarse los conocimientos.

Se dirá que los textos envejecen pronto, en el vertiginoso progreso de los conocimientos humanos, y que es preciso ampliarlos y completarlos con explicaciones.

Dése a los libros de texto, bien elegidos, una vida prudencial para evitar perjuicios a los autores, y admítanse los desarrollos y aumentos del profesor en explicaciones orales; pero solamente los indispensables, en tanto un nuevo texto sustituye al antiguo.

Exámenes.

Los exámenes, en la forma en que, a las veces, se realizan en los centros docentes, salvo contadas excepciones, dan ancho campo a la crítica. Me referiré principalmente a los exámenes de las ciencias positivas; pero pueden aplicarse mis observaciones, en buena parte, a los exámenes en general.

Para conocer la capacidad de los alumnos se les somete a un examen oral, en que ha de ejercitarse principalmente la memoria; se les obliga a presentar en parada, en acto de revista, en un momento, todos sus conocimientos, a responder súbitamente a todo lo que se les pregunte de todo lo aprendido en un año sin importar el que por falta de raigambre lo olviden todo después. En estos exámenes hay que dar, ante todo y sobre todo, muestras de una gran memoria más que de entendimiento.

He aquí por qué hombres muy instruídos, muy sabios, confiesan que no están seguros de ser aprobados en exámenes de ese género, aun tratándose de materias muy inferiores a sus conocimientos.

El ilustre matemático Langrange, profesor de la Escuela Politécnica, lo decía así en una de sus admirables lecciones; por mi parte, y sin pretender compararme con este sabio, confieso que me sería muy difícil ser aprobado, si se me examinase de ese modo, aun en asignaturas de cuyo texto soy autor.

Y que el examen así hecho tiene mucho de artificioso y convencional lo prueba el que los alumnos, muchas veces por el consejo de sus preparadores, estudian los gustos, las costumbres, las preferencias en materia de estudios, las opiniones de los examinadores, para congraciarse más y conquistar su benevolencia de este modo.

Y respecto a la duración del examen oral, ¿qué diremos? ¿Contribuye al resultado? ¿Responde al objeto?

Si la duración es corta, ¿cómo se ha de juzgar de nada ni de nadie, y mucho menos cuando, como sucede en clases numerosas, el examinador no tiene antecedentes del examinando, pues aun siendo

profesor suyo le ha oído explicar la lección en clase rara vez, o quizás no le haya oído siquiera el metal de voz?

Si los exámenes son de larga duración, ni el alumno, por cansancio, sabe lo que dice, ni el examinador, fatigado su cerebro por tarea tan pesada durante tantos días, oye ni escucha. Casos podría citar en el que el alumno estuvo sometido a la tensión nerviosa que el examen produce durante ocho horas del día, y aún hubo de reiterar el acto por la noche, después de un breve descanso. Esto es, sencillamente, estólido.

Agréguese a todo ello la timidez, el temor natural del que en el examen se juega un curso, un año de carrera, un año de estudios y ve las consecuencias en sí mismo y se presenta en su espíritu la imagen de la familia atribulada por los nuevos sacrificios que esto representa, del padre irritado por el descalabro moral de su hijo, y dígame si tal clase de examen oral es justo.

Estos inconvenientes que ofrecen los exámenes se agravan si, no teniendo en cuenta lo desigual de la lucha entre el examinador, sereno, que no pregunta más que la parte del todo que le parece, y el examinando, confuso, que ha de responder a todo el conjunto y detalles de un programa; el primero, abusando de su superioridad, no se satisface con la exposición de una teoría, con la demostración de un teorema, y exige otras nuevas, como si fuera razonable recabar, en un momento de crisis mental, lo que ha costado mucho tiempo a cerebros bien organizados en el silencio del gabinete de estudio. Y aún se ha dado el caso de hacer preguntas y plantear problemas que son verdaderas charadas, jeroglíficos indescifrables para el examinando.

Pudiera presentar numerosos casos; pero para muestra basta el siguiente:

Examinábase de aritmética un aspirante y, después de explicar bien la teoría que le habían preguntado, hízole uno de los examinadores la siguiente incomprensible pregunta: ¿Qué diferencia halla usted entre una simple regla de tres y una regla de tres simple? Vejado el examinando contestó inmediatamente, dando muestras de un ingenio nada vulgar: "la misma que existe entre una simple pregunta y una pregunta simple". Fué reprobado. Yo le hubiera aprobado.

A estos procedimientos llaman algunos *severidad y rigidez en los exámenes*. ¡Como si el examen fuera el momento de desplegar esa severidad y de hacer ostentación el profesor de sabio y de rígido!

Cada examinador de los aludidos se prepara, para su uso en

el examen para hacer gala de su erudición y de su saber, un cierto número de preguntas *adivinatorias* que ofrece a los candidatos y que no tienen más valor científico que el de los jeroglíficos, problemas de ajedrez, charadas y otros entretenimientos *rompecabezas* que figuran en las últimas planas de los periódicos.

Y esto no sucede solamente en España, sino en otros países. "Un día—dice un ilustre profesor francés—, asistiendo a unos exámenes presencié cómo se hacía a un examinando dos preguntas perfectamente absurdas. Al subir a mi despacho (habitaba en la misma Escuela, que era nada menos que la de Minas, de París) encontré en él a un mi amigo, matemático célebre y miembro del Instituto; le coloqué junto al encerado o pizarra y le hice las dos preguntas que acababa de oír. Después de meditar por largo tiempo se declaró incapaz de responder. Laplace y Arago hubieran fracasado también."

Otros inconvenientes ofrece tal manera de celebrar los exámenes.

Si la enseñanza se dirige como objetivo único a salir con bien, a satisfacer las preguntas de examen, pierde todo carácter científico y no ejercita más que la memoria.

Los profesores de establecimientos libres, los que se dedican a la preparación para el ingreso en una Academia o Escuela o para un concurso a plazas de cualquier clase no tienden más que a conseguir el éxito para sus discípulos. La importancia y desarrollo de las teorías no es para ellos la importancia real, educadora, científica o práctica; es la importancia en el examen.

He aquí por qué los preparadores estudian el modo de examinar de cada profesor, las objeciones y preguntas que acostumbran hacer, las recogen minuciosamente, escrupulosamente, cuidadosamente, y las incorporan a la enseñanza, que resulta así desviada de su objeto principal. Estudian hasta el carácter del examinador, sus genialidades, gustos y caprichos. Están interesados en ello para acreditarse, para tener *parroquia*; porque, para las familias y los individuos, el valor pedagógico del maestro es lo de menos; lo que desean, lo que piden, es el éxito en los exámenes, y se dirigen a la *casa* que más garantías ofrece en este particular.

MEDIOS DE EVITAR ESTOS MALES - FRECUENCIA DE LOS EXÁMENES

Uno de los medios de eliminar o disminuir los inconvenientes citados, de resolver el problema de los exámenes, sería disminuir la materia de exámenes y aumentar su frecuencia durante el curso;

es decir, obligar a los alumnos en períodos de tiempo menores, más multiplicados, al aprovechamiento de las lecciones que han recibido.

Cierto que este sistema de multiplicación de exámenes parciales es impracticable o se hace muy difícil cuando las clases se componen de numerosos alumnos por el tiempo que roban al curso y por la fatiga y trabajo que dan al profesor y examinadores.

Exámenes por escrito.—Tiene el examinando más tiempo para reunir, recapitular sus ideas, más calma para recordar sus conocimientos y aplicarlos a la exposición de una teoría o a la resolución de un problema. Los efectos y desventajas de la timidez desaparecen o se atenúan mucho.

En cuanto al profesor o examinador, el trabajo del examen resulta mucho menos penoso; porque en vez de la atención continua que tiene que prestar a las respuestas orales, en vez de los esfuerzos de memoria que ha de hacer para recordar detalles de la impresión que en él han hecho esas respuestas, tiene a su vista la labor de los examinandos; su examen puede dividirse, suspenderse, cuando se fatigue. Y esta fatiga es menor porque la atención se cautiva mejor por la vista que por el oído.

Además, el examen escrito permite proponer a los alumnos cuestiones iguales o parecidas que permitan comparar mejor las aptitudes por las respuestas.

Y también en el examen por escrito, en que el alumno tiene tiempo, calma y serenidad de espíritu, y aun auxilio de libros, puede hacerse, sin inconveniente, lo que era cruel en el examen oral: hacer recaer la materia de examen sobre aplicaciones de las teorías, más que sobre las teorías mismas.

Inconvenientes.—En el examen por escrito (dicen algunos), el examinando no puede demostrar su mayor o menor facilidad para enunciar sus ideas, facilidad útil en todos los instantes de la vida e indispensables para hombres que tengan que hacer valer sus proyectos, sus ideas; que tengan que discutir las. Esta aptitud sólo puede demostrarse en un examen oral.

Estimo que son conciliables los dos sistemas.

Exámenes frecuentes.—Pero cualquiera que sea el procedimiento para examinar, lo que está para mí fuera de toda duda es la necesidad de disminuir la extensión de la materia sometida a examen y de aproximar las épocas de examen de la fecha en que esas materias se estudiaron; es decir, multiplicar los exámenes. Esto es, impedir que la materia de examen esté tan lejos de la época, de la fecha en que fué estudiada y explicada, que el alumno haya perdido

de vista el desarrollo de la lección y la explicación del profesor. Siendo, por supuesto, valedero el examen, porque no parece justo la aprobación en un examen parcial y la reprobación al final.

Todo esto podrá parecer más trabajoso para el examinador, pero en el fondo no lo es: es dividir ese trabajo, disminuyendo el final.

Se evita la holganza durante el curso al alumno, el duro esfuerzo que exige el examen de verano, y éstos son más verdad.

El tema que me propuse tratar necesitaría tiempo y espacio mayores. Carente de ambos, doy punto final a este *breve concepto de la enseñanza*.

JOSÉ MARVÁ.

Las prescripciones para el cálculo de aeroplanos

Los cálculos de resistencia de los aviones se basan actualmente sobre la clasificación de éstos en categorías (según las solicitudes a que hayan de estar sometidos durante su servicio), y dentro de cada una de ellas se hacen ciertas hipótesis que corresponden a determinadas circunstancias de vuelo o de aterrizaje, en las que se suponen posiciones del punto de aplicación de la resultante de las fuerzas exteriores y de la dirección e intensidad de los esfuerzos.

Estas hipótesis se basan sobre experiencias ejecutadas con aparatos de tipos cronológicamente anteriores y que forzosamente, al servir como exigencias mínimas para el cálculo de la resistencia mecánica de los prototipos, han de ser insuficientes y han de sufrir necesariamente frecuentes modificaciones.

La cuestión de las condiciones de carga ha sido intensamente estudiada y debatida desde los rincipios de la Aviación. No hay ningún otro medio de transporte, fuera del aeroplano, en el que el peso muerto tenga una importancia tan decisiva para el rendimiento, por lo cual, es de todo punto imprescindible reducir al mínimo compatible con la seguridad el peso propio de cada uno de los elementos, y, por otra parte, en ningún otro medio de transporte tiene consecuencias tan aniquiladoras una insuficiencia de la resistencia mecánica con relación a los esfuerzos.

Los precursores de la técnica aeronáutica se dieron ya cuenta de

ello, y para el cómputo de aquéllos consideraron someramente (con arreglo a los escasos y elementales conocimientos que en aquella época se poseían) que el ala aguantaba estrictamente el peso del fuselaje, cuya carga creían se repartía uniformemente sobre la superficie sustentadora.

Como los primeros aeroplanos fueron volados con gran prudencia, no hubieron de estar sometidos a esfuerzos superiores al peso total del avión; los hermanos Wright alcanzaron ya positivamente, en el año 1903, una *seguridad* de cinco veces, referida al peso total en vuelo.

Pero conforme se fué conociendo más a fondo la teoría y la práctica del vuelo, fueron aumentando también las evoluciones que se pidieron a los aeroplanos, la altura y la duración de vuelo y, con ellas, las probabilidades de que, bien por efecto de las primeras, o por las turbonadas o efectos de las perturbaciones atmosféricas, llegaran a sufrir esfuerzos superiores a su peso, y entonces empezaron a presentarse frecuentes roturas de células, como lo demuestra la estadística de accidentes, que acusa en el año 1910 una considerable proporción de roturas de aeroplanos durante su vuelo, las que causaron la mitad, aproximadamente, del número total de víctimas, lo que motivó que durante el año 1911 fuera ampliamente debatida y estudiada la cuestión de los esfuerzos que podían presentarse durante el vuelo.

Al mismo tiempo, los constructores exigieron de los organismos técnicos idóneos fórmulas que permitieran hacer la evaluación de las fuerzas exteriores, y con ella calcular los elementos de los prototipos a crear, lo que exigía experiencias en vuelo para la determinación de los coeficientes correspondientes.

Tales experiencias se han hecho en el tiempo solamente en modestísima esfera, y por esto no han conducido al anhelado análisis del curso de los esfuerzos, y la razón de esto debe buscarse, principalmente, en la insuficiencia de los instrumentos de medida y en la inexactitud en el planteamiento del problema.

En cuanto a los instrumentos para la determinación de los esfuerzos en vuelo, el Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (D. V. L.), de Berlín, posee en la actualidad tipos muy interesantes y eficaces para tales fines, y en lo relativo a lo segundo, únicamente la estadística, fundamentada en gran número de experiencias, puede suministrar datos concretos y eficientes.

Por las razones expuestas, hasta hoy se evalúa erróneamente la resistencia de los aviones según las prescripciones reglamentarias

en los diversos países que se limitan en esencia a fijar algunos números mínimos, especialmente los factores de carga para las alas.

En un principio se llamaba al factor porque había de multiplicarse el peso del aeroplano para obtener la carga total máxima de arena que había de resistir la célula en el ensayo estático hasta la rotura, *factor de seguridad*, pero pronto quedó discernido que el significado de aquel número no era comparable con el concepto usual que de tales factores se tiene en la técnica. Más tarde se convino en designarle con el nombre de *factor de carga*, y entonces se llamó a las *prescripciones de resistencia, hipótesis de carga*, a semejanza de lo que se hacía en la construcción de puentes.

Con la designación de *seguridad aeronáutica* debe entenderse una probabilidad mínima de accidentes referida a la unidad de recorrido o de duración de vuelo.

En los años 1909 a 1910, en un millón de kilómetros de vuelo, perecieron 63 personas (de las cuales la mitad fallecieron a consecuencia de rotura de célula en el aire) y otras 239 sufrieron heridas más o menos considerables.

En cambio, durante el período de tiempo transcurrido entre los años 1926 a 1931 hubo en transportes aéreos, para igual unidad de trayecto, solamente 1,1 muertos (de los que la cuarta parte fueron por rotura de célula) y 2,1 heridos.

Como se ve, la *seguridad aeronáutica* es hoy, por tanto, de 50 a 100 veces mayor que al principio.

Como también la parte proporcional de roturas de ala ha bajado, aparece la idea de fijar un límite inferior óptimo a esta parte, ya que un aeroplano excesivamente resistente y, en su consecuencia, pesado, puede llegar a ser inútil para transportar suficiente cantidad de carga útil o a ser fuertemente perjudicado por la excesiva velocidad necesaria a su partida y a su aterrizaje o por la excesiva fatiga que haya de imponer a su motor durante el vuelo, y que limitará seguramente su vida. También debe tenderse a hacer mínima la probabilidad total de accidente, lo que conduce, para hacer compatibles todos los puntos de vista expuestos, a fijar un límite mínimo actual a la probabilidad de roturas de célula, límite que irá siendo cada vez menor en lo sucesivo.

Desde ciertas hipótesis sencillas y simplificadoras, que pueden llegar a ser confirmadas por la experiencia, si se conoce la probabilidad de alcanzar dos factores de carga determinados, se puede calcular según la ley de distribución de Gauss la frecuencia con que las fuerzas exteriores pueden alcanzar en la unidad de tiempo un

factor de carga dado. La resistencia a la rotura de las piezas de un avión puede también evaluarse así, según la ley de Gauss, para que la probabilidad de rotura permanezca por debajo de un cierto valor prefijado.

Si representamos por W_o la probabilidad de rotura de célula (1), que es la suma de las probabilidades de defectos de material, montaje, cálculo y construcción W_m y la de que se sobrepase la resistencia calculada por la acción de fuerzas exteriores (faltas de pilotaje, turbonadas o vibraciones) W_b , se tiene que en el principio de la Aviación fué W_m aproximadamente igual a W_b , mientras que hoy, a consecuencia de un más concienzudo control y vigilancia de la construcción, es $W_m < W_b$. En primera aproximación se puede suponer $W_o = W_b$. La frecuencia H con que las fuerzas exteriores alcanzan en la unidad de tiempo el factor de carga n viene dada por la ley de Gauss:

$$H = C \cdot e^{-k(n-1)^2}$$

Las constantes C y k pueden determinarse si se conoce la frecuencia de dos factores de carga n_1 y n_2 .

La curva a (figura 1) muestra la frecuencia de las fuerzas exte-

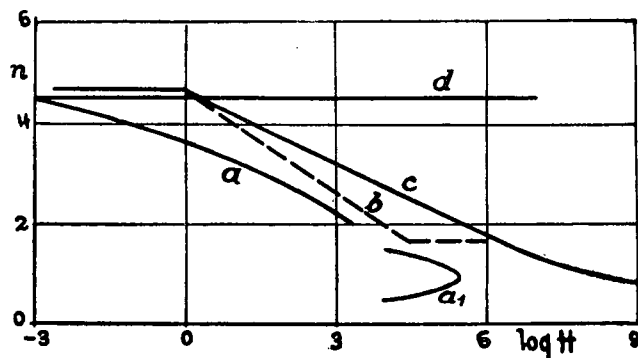


Fig. 1.— Frecuencia de los esfuerzos en las alas (a, a_1) y resistencia a la fatiga de los elementos constructivos (b, c)

riores (factor de carga n) referida a la vida media de un avión (mil horas de vuelo), bajo la hipótesis de probabilidad de rotura $W_b = 10^{-3}$ con el factor de carga $n_1 = 4,5$ y la frecuencia $H = 10^{-3}$

(1) Küssner y Thalau, Die Entwicklung der Festigkeitsvorschriften für Flugzeuge.

de alcanzar el factor de carga $n = 2,5$. Estos números sirven solamente para esfuerzos sobre las alas y corresponden próximamente a los alcanzados en el transporte aéreo.

La forma de la curva a (que sólo es admisible para una apreciación *grosso modo*) fué establecida con la mayor exactitud por medio de experiencias numerosas efectuadas en el D. V. L. durante el año 1931 por los Sres. Seewald y Thalau.

Las curvas b y c representan la resistencia alternativa a flexión de la madera de pino y del metal ligero; se puede aceptar que la resistencia de una probeta sujeta a los esfuerzos variables producidos por el vuelo es superior a la resistencia alternativa del material.

Según investigaciones más recientes se ha reconocido que la resistencia alternativa de elementos compuestos, tales como los largueros de ala, es menor que la de las probetas, así que las curvas b y c pueden considerarse como la representación fiel de la resistencia a la fatiga. A consecuencia de la influencia desfavorable de los cambios bruscos de sección, puede, por ejemplo, bajar la resistencia alternativa de los largueros metálicos con 10^{-6} alternancias de 15 por 100 a 30 por 100 de las correspondientes a las probetas.

Por debajo de la frecuencia $H = 1$ se puede igualar la resistencia a la de rotura estática.

La resistencia de piezas que estuviesen expuestas a roturas de estabilidad (curva de la figura 1) es prácticamente independiente del número H de los esfuerzos.

En el diagrama de seguridad de la figura 1 puede verse que en las pequeñas duraciones en vuelo de los aeroplanos actuales (próximamente mil horas por término medio y solamente algunos aviones de la Lufthansa alemana han llegado a las tres mil horas de vuelo), el logro de un gran esfuerzo es proporcional a la probabilidad de rotura (intersección de a y d). La frecuencia relativa $H = 1$ corresponde al factor de carga 3,6, que es el 80 por 100 del de rotura. Si el límite elástico del material cae por debajo de este valor y se temen deformaciones permanentes que excluyen al aeroplano de ulterior utilización, deben reforzarse las piezas originariamente calculadas a la rotura, hasta que para el factor 3,6 no se sobrepase el límite elástico. Según las nuevas prescripciones de resistencia, puede, por ese motivo, ser alcanzado el límite elástico del material con 75 por 100 de la carga de rotura en Francia y Alemania, y con 100 por 100 en Holanda e Inglaterra. Para duraciones superiores o especialmente desfavorables resistencias a la fatiga, es decir, infle-

xión de la curva a en la dirección de las abscisas, son posibles también encuentros de las curvas a y b o a y c , con lo que será dependiente la resistencia a la rotura de la resistencia a la fatiga.

Una cierta probabilidad de rotura se presenta también si las curvas a y b se aproximan, pues éstas no representan funciones exactas, sino valores medios de series de puntos. Contra esto se puede prever una protección mediante el refuerzo de las piezas correspondientes o por la limitación de la duración en servicio del avión, de manera que para la mayoría de las piezas la probabilidad de rotura W_b permanezca igual a la de alcanzar esfuerzos superiores a la resistencia a la rotura.

En las construcciones de estructura liviana, a consecuencia de la subdivisión de sus elementos y de los débiles espesores de sus piezas, dominan las que han de dimensionarse para resistir a las roturas locales (grietas, abolladuras), con lo que la cuestión de la resistencia a la rotura estática está en primera línea. Una construcción ligera de este género presenta la valiosa particularidad de aguantar muchas cargas hasta cerca del límite de rotura sin sufrir daño sensible.

Constituyen una excepción elementos tales como, por ejemplo, el soporte del motor, que en servicio normal está sometido a esfuerzos de vibración cuya frecuencia puede llegar, durante la vida del aeroplano, a $H = 10^{-8}$. Con tales alternancias, que, por otra parte, son regla general en construcción de máquinas, toma las resistencias alternativas de las probetas (y más aún la de los elementos compuestos), valores muy pequeños, los que entonces sólo son proporcionales a la resistencia a la rotura.

Por no conocerse antes los métodos de utilización más adecuados de las características de los materiales se naturalizó como término de comparación en la técnica la resistencia a la rotura. Al cociente de dividir este número por el esfuerzo admisible calculado se llamó factor de seguridad. El valor tan elevado que este factor tiene frecuentemente, es indicio de lo inadecuado que es para servir de magnitud de relación, por el desconocimiento de los verdaderos esfuerzos y la inexactitud de los cálculos. En los últimos tiempos se le sustituye por el límite elástico, es decir, el esfuerzo con el que se consigue solamente una deformación remanente de 0,2 por 100 de la dimensión total. Más adelante se emprendieron numerosas y extensas series de experiencias sobre resistencia a la fatiga, primero sobre probetas y después sobre piezas y estructuras completas.

... A consecuencia de la serie de roturas de célula que se presenta-

ron durante el curso de los años 1910 a 1911 se expresó la conveniencia de que debía utilizarse un factor de seguridad comprendido entre 2 y 3 en vista de los mayores esfuerzos que se habían presentado, lo que trajo consigo factores de carga de rotura iguales a 12. Tales deseos no pudieron ser realizados porque la técnica constructiva de aquel tiempo no permitía hacer compatibles estas exigencias con la carga útil remanente necesaria para la utilización práctica del aeroplano.

Hasta el año 1926 se calculaba en general con factores de carga de rotura, sin determinar especialmente los factores de seguridad.

En las grandes series de aeroplanos construídas durante la guerra se probaba hasta la rotura uno de los ejemplares de la serie, lo que constituía un control rápido y aun económico en las circunstancias del momento; pero cuando con la creciente heterogeneidad de tipos disminuyó la cuantía de las series, hubo de tenderse a sustituir la llamada prueba estática a la rotura por el cálculo de la resistencia de los diversos elementos, según los métodos de la estática de construcción de puentes.

La dificultad que se presenta en este caso es que los materiales no siguen la ley de Hook en las proximidades de la resistencia a la rotura, sobre cuya ley se basa aquella rama de la estática. Como para la mayoría de los materiales de construcción la ley de Hook es válida para esfuerzos iguales a la mitad de la carga de rotura, se limita el cálculo estático a la mitad de la carga, considerada hasta ahora como de rotura, y para la resistencia de cada pieza aislada se utiliza el factor de seguridad 2 y se considera necesario un material de alto límite elástico.

Un puente puede considerarse todavía menos que un aeroplano como cuerpo de igual resistencia, y aunque en éstos se sobrepasen raramente en vuelo las cargas de rotura, es más probable que suceda que en los primeros, así que en la práctica de la construcción de aeroplanos es aceptable el cálculo de cargas de rotura desde la hipótesis sobrentendida de la validez de la ley de Hook; las diferencias entre las cargas de rotura de todo el avión, determinadas experimentalmente y por el cálculo, son, en general, pequeñas.

En las condiciones de carga de algunos países se encuentra la descomposición del factor de carga de rotura en un factor de carga accesible más frecuentemente reputado como seguro (carga de seguridad), y otro de seguridad, cuyo valor oscile entre 1,8 y 2.

El concepto de *factor de carga seguro* tiene, por otra parte, la

ventaja de proteger jurídicamente al constructor, pues mientras los esfuerzos permanezcan por debajo de un cierto límite, pueden comprobarse exactamente y le permitirán apreciar el curso de los esfuerzos, por los procedimientos usuales, por encima de dicho límite.

La introducción en los cálculos del *factor de carga seguro* y del *factor de seguridad* coincide cronológicamente en Alemania, Francia, Holanda e Italia con un fuerte aumento de los transportes aéreos, lo que parece indicar que, además del antes mencionado fundamento jurídico, han pesado en favor de él algunas otras razones de orden psicológico. Por el contrario, hoy ha decaído el número y la importancia de las exigencias puramente técnicas que abogan por la descomposición de la carga de rotura en una afectada por el factor de carga seguro, y otra correspondiente al factor de seguridad, y es de esperar que los fundamentos para la disminución de las probabilidades de rotura, es decir, para el aumento de la seguridad real, resulten de la investigación metódica y concienzuda de la frecuencia de los esfuerzos y de su extrapolación hasta la rotura deducida de la aplicación concienzuda y acertada de la ley de distribución de Gauss, y que se hará con ello el cálculo, por lo menos físicamente, independiente del concepto anacrónico del factor de seguridad.

Es preciso, pues, hacer un mínimo la probabilidad total de accidente con un peso muerto, o peso de construcción, lo más limitado posible, y para ello reforzar especialmente los puntos en que con el menor aumento de peso se logre una disminución de las probabilidades de rotura o de accidente lo más importante que sea posible.

En los vehículos terrestres y marítimos se busca, por la debilitación (o el refuerzo) escalonada de elementos de detalle, limitar la serie de las apariencias de rotura, y de este modo proteger de heridas a los tripulantes lo más posible.

Todas estas cuestiones, esbozadas únicamente hasta ahora, esperan un tratamiento científico y continuado en que sería de desear la colaboración más íntima entre los organismos adecuados de las diversas naciones.

MANUEL BADA VASALLO.



Bombarderas „Bertha“

Preferimos este nombre familiar al de *Bombarderas de larguísimo alcance* por honrar y popularizar más la memoria de Bertha von Bohlen, recientemente fallecida, propietaria de la Casa Krupp, y que, aunque parezca paradójico, quizás haya hecho en favor de la causa de la paz más que su simpática tocaya Bertha Suttner, galardonada con el Premio Nóbel por su admirable libro *¡Die Waffen nieder!* (*¡Abajo las armas!*).

De todos los diversos inventos o perfeccionamientos surgidos durante la última guerra, que unos llaman equivocadamente *guerra europea*, otros *guerra mundial*, con no menor error, y otros *gran guerra*, cuando su verdadero nombre debe ser sencillamente el de *guerra austroservia*, ninguno ha sido tan admirable y desconcertante como el del *cañón de larguísimo alcance*. Grandes perfeccionamientos y derroches de ingenio se aplicaron para organizar y practicar la *guerra aérea*, la *química* y la *submarina*, así como para construir esos ingeniosos artefactos que los ingleses llaman *tanques*, los franceses *carros de asalto*, y que sería más propio denominar *carros blindados*, aunque en realidad todos se basaban en elementos ya conocidos y empleados, y en algunos de los cuales ya se había anticipado nuestro país, por más de que no hubiera perfeccionado el invento y hasta lo tuviese abandonado como sucedió con el *Ictíneo* de Monturiol en 1859 y el submarino Peral en 1885, precursores de los actuales sumergibles, lo mismo que con el *tóxiro Daza*, que inició la guerra química a fines del pasado siglo; pero ninguno de ellos produjo la sorpresa y el asombro que causó la increíble noticia de que los alemanes estaban bombardeando París desde una distancia de 120 kilómetros. Nadie podía explicarse ese milagro; efectivamente, con la práctica de la Balística de aquella época, para aumentar el alcance se debía aumentar el calibre, dimensiones que estaban aproximadamente en la relación de centímetro de éste por kilómetro de aquél, pues no se admitía en los montajes un ángulo de proyección de más de unos 20 grados para no inutilizarlos con una componente vertical desmesurada. Así, pues, según este cálculo aproximado, para un alcance de 120 kilómetros se hubiera necesitado un cañón de 120 centímetros de calibre y una longitud de 60 metros en términos generales, dimensiones tan estupendas que hacían im-

posible la realización de semejante pieza ni de su proyectil de 5 metros de largo por 1,20 de diámetro. Nadie se atrevía a creer ni a negar la noticia, y, sin embargo, era cierta y la continuación del bombardeo hizo reconocer su verdad.

Para explicar el hecho incomprensible sin recurrir a la anterior disparatada solución, algunos supusieron que los alemanes habrían perforado un túnel para salvar la línea de las avanzadas, casi estacionarias, por el que pudieron llegar a un paraje bastante oculto en poder de algún traidor, en el que situaron una pieza del calibre de los proyectiles que caían sobre París, algunos sin estallar, y que no eran de los más crecidos. Esta explicación era también tan inverosímil y llena de dificultades que a nadie convenció, por lo que otros supusieron que el bombardeo no era de cañón; sino de algún aeroplano provisto de un silencioso especial para que pudiera volar inadvertido de noche, y aun de día, a grandes alturas; tampoco esta suposición pudo ser aceptada porque se comprobó que los proyectiles caían con una trayectoria inclinada que venía del Este, aunque la verdad es que bien pudo haber sido realizada, y que es extraño que no se haya introducido ese perfeccionamiento en los aviones.

La escasa Prensa militar y científica que aún se continuaba publicando en las naciones beligerantes, y la de los demás países, estuvo largo tiempo muda, sin poder encontrar explicación satisfactoria para tan intrigante misterio, hasta que, al fin, *Le Génie Civil* publicó un interesante artículo en el que, a salvo de los detalles, explicaba con fundadas razones cómo debía ser, y luego resultó que, efectivamente era, la solución de tan desconcertante problema artillero, resultando, como muchas veces sucede, que sólo se trataba de la cosa más sencilla, una vez más el *huevo de Colón*, pero en la que nadie había pensado: un afuste adecuado para poder disparar con un ángulo de proyección de 45 grados, que es, aproximadamente, el de máximo alcance, y con esto sólo venía por añadidura todo lo demás, pues alcanzando a los pocos segundos el proyectil las capas atmosféricas de 10 kilómetros de altura para arriba, en las que la resistencia del aire es reducidísima, avanza con la mayor facilidad, siguiendo su trayectoria casi parabólica y alcanzando hasta cien o más kilómetros. Estos montajes se han ido generalizando después para el tiro antiaéreo, alcanzando ángulos mayores, hasta llegar a la dirección vertical, aunque no para calibres grandes ni aun siquiera medianos; pero para el caso presente no tienen aplicación, pues sólo se necesitaba poder llegar a los 45 grados.

Con esta pieza estuvieron bombardeando los alemanes a París

largo tiempo, consiguiendo un gran efecto, más bien moral que material, aunque no dejaron de causar muchas víctimas, pues, como antes se ha dicho, no era de los grandes calibres y la intensidad del bombardeo no era grande por tratarse de una sola pieza. De haber contado con mayor número, quizás hubieran intentado hacer extensivo también a Londres el bombardeo, como hubiera podido efectuarse desde algún punto de la costa del Canal de la Mancha, próximo a Dunquerque, y que habría sido muy penoso y desmoralizador para Inglaterra después de los marítimos sufridos por varios puertos del Mar del Norte, que no supo o pudo evitar la flota inglesa.

Ha pasado ya cerca de un siglo desde que el general francés De Blois censuraba, en su libro sobre los bombardeos, este procedimiento, a no dudar inhumano, que afirmaba que sólo servía para romper cristales con monedas de oro. De entonces acá han variado mucho los proyectiles y los explosivos, y aunque siempre siga siendo inhumano (no tanto como los bloqueos), hoy hacen bastante más daño que el de romper cristales, y ha subido tanto el oro y se han abaratado tanto los cristales, que a lo sumo esa frase original tendría que reformarse diciendo "con monedas de plata". Por esto y por la eficacia que en algunos casos pueden tener para los fines de la guerra, que nunca pueden ser otros que los de alcanzar pronto la paz, hay que reconocer que los bombardeos pueden ser a veces un recurso de extremada conveniencia, de que no prescindirán los beligerantes, máxime cuando se les presente la ocasión, como ocurrió a los alemanes, de infligir ese castigo a la misma capital del estado enemigo, o de uno de los enemigos, si se trata, como en el presente caso, de naciones aliadas. Y por cierto que no queremos pasar por alto la ocasión de señalar la notoria impropiedad con que se ha dado el nombre de *aliados* a los que combatieron contra los alemanes, austríacos, búlgaros y turcos, como si éstos no lo fuesen también. La verdad es que sólo se debieron llamar *bandos servio o austríaco*; pero parece que algunos no les debió de agradar el que así se testimoniase que amparaban los asesinatos de Sarajevo, por los que habían de morir tantos millones de hombres, y acapararon para sí aquella denominación, como si los que defendían el bando austríaco fuesen *aislados o disgregados*.

* * *

La gran distancia a que, como acabamos de ver, permite el invento alemán extender los bombardeos terrestres, sugiere desde

luego la idea de poder aplicarlo también a los marítimos, esto es, a los efectuados con artillería naval, siempre que ésta se pueda montar en condiciones debidas en naves construídas *ad hoc*, y de una velocidad muy superior a la de los más rápidos cruceros que pudieran tratar de perseguirlas. Esto nada tiene de imposible, ni aun de difícil, porque la arquitectura naval tiene actualmente soluciones para todo, y no ha de ser un problema insoluble la construcción de un barco que por tener una tripulación reducidísima, carecer en absoluto de protección y estar cargado con un peso pequeño de artillería, ya que bastaría con que estuviese armado, a lo sumo, con dos piezas de bombardeo, pudiera tener un tonelaje muy reducido y esa gran velocidad que se ha indicado que es indispensable requisito.

Es muy cierto que la situación del barco, o sea, de las piezas de artillería en el plano director del proyecto de bombardeo no puede ser exacta como en los bombardeos terrestres, pues la situación de los barcos en el mar no se precisa generalmente más allá del minuto de arco, si bien con sextantes de mayor precisión y repitiendo las observaciones no sería difícil llegar a una apreciación de treinta segundos, que en dimensión lineal equivaldría a poco más de medio kilómetro. Esta longitud para distancias de tiro de más de un centenar de kilómetros no llega al medio por ciento, que es insignificante en un tiro de suyo incierto sobre blancos tan extensos como los que ofrecen las grandes ciudades. También se debería tener muy en cuenta que la imposibilidad de anclar estas bombarderas, por lo general, obligaría a hacer un estudio de las corrientes, a las que quedarían abandonas, teniendo que efectuar continuas rectificaciones de su situación.

Las circunstancias que habrían de reunir los montajes de las piezas para tirar bajo ángulos de proyección de 45 grados, la colocación de la pieza y almacenamiento de su dotación de proyectiles, la orientación de las piezas por brújula o giróscopo, etc., etc., son detalles de construcción que no tienen cabida en estas ideas generales, lo mismo que tampoco la indicación de los continuos ejercicios prácticos que necesita tener el personal de estas *bombarderas*, que necesariamente habrá de ser especializado para que tenga la debida eficacia. Sólo así añadiremos que no estando destinadas en manera alguna a entablar combate con ningún otro barco, de cualquier categoría que sea, sino a suspender el bombardeo tan luego como sean descubiertas por éste, y queden dentro de su alcance eficaz, que tratándose de blancos tan reducidos no creemos pasen de

10 a 12 kilómetros, antes de que lleguen sus perseguidores a esta distancia emprenderán la retirada, en la que no podrán ser alcanzadas gracias a su gran exceso de velocidad. De los aeroplanos o dirigibles poco o nada tendrán que temer, pues solamente a alturas muy pequeñas podrían tener alguna probabilidad de herir superficies tan reducidas como las de estas naves, y a esas alturas mucho más riesgo correrían aquéllos, que serían batidos con éxito seguro por las ametralladoras, fusilería y hasta artillería antiaérea. Y en cuanto al peligro de ser alcanzados por los torpedos lanzados por los sumergibles, es verdaderamente ilusorio, pues aunque los aeroplanos pudieran dar aviso a los submarinistas de la situación aproximada de una *bombardera*, sería muy casual que fuera a emerger un sumergible dentro de una distancia menor de dos kilómetros para que pudiera torpedearla con eficacia antes de que tuviera tiempo de escapar. Es, pues, indudable que esta nueva nave de guerra sería de una gran eficacia, y que estaría muy poco expuesta a los peligros que pudieran amenazarla sobre el agua, bajo ésta o por los aires.

Las naciones de mayor potencia naval, que tantos congresos y conferencias reúnen para ocuparse del desarme o reducción de armamentos que tanto parecen desear, tienen precisamente sus ciudades capitales, a excepción de Francia, admirablemente situadas para sufrir esos telebombardeos marítimos, como puede comprobarse a la vista de los planos de Londres, Nueva York, Tokio, Roma; contra los bombardeos ordinarios cabe la defensa con fortificaciones de costa y cañones de 38,5 y aun mayores, que tan buen resultado dieron en la derrota anglofrancesa de los Dardanelos; pero contra las *bombarderas Bertha* no hay defensa posible. Ya pensarán, seguramente, en la posibilidad y eficacia de cuanto dejamos dicho; es más, ya lo habrán pensado antes que nosotros, pues no nos vamos a hacer la ilusión de dar lecciones a los hombres encargados de su defensa, y aun quizá hayan hecho algo más que pensar en ello, y no tan sólo aquéllas, sino también alguna que no asista a las conferencias, por más de que se lo tendrán muy callado, como hicieron con los *cañones Bertha*, los *tanques*, la *iperita*, etc., etc., pues tienen el mayor interés en no divulgarlo. A nosotros sólo nos mueve a exponer estas ideas el deseo de comunicarlas a nuestros compañeros que pudieran tener a su cargo los estudios de las defensas de nuestras bases marítimas, si es que no hubieran pensado ya también en ello, pues hoy por hoy sólo se cuenta con la artillería de los mayores calibres y alcances, los submarinos y los aviones, mientras que las

circunstancias han de variar muchísimo con la entrada en acción de estas nuevas *bombarderas Bertha*, contra las que ya hemos visto cuán poco efecto pueden tener todos los recursos de la defensa, pues atacan sin ser vistas, ni aunque se las viera se podría contestar a sus ataques con la artillería de costa, siempre vencedora de la naval, porque se sitúan en la zona *sin alcance* o, mejor dicho, *fuera de alcance*. Tan sólo los sumergibles y los aeroplanos como guías suyos pueden tener alguna posibilidad de eficacia, pues ni aun utilizando grandes anteojos se podría descubrir desde las baterías de costa un blanco situado a más de 100 kilómetros de distancia, pues la depresión del horizonte pasaría de 200 metros.

* * *

En las anteriores líneas hemos tenido que pedir a la arquitectura naval, para hacer posible la realización de las bombarderas de superficie, la resolución de dos problemas que, aunque no imposibles, son ciertamente algo dificultosos, como son el primero la construcción de un montaje colocado a bordo para piezas de calibres medios y aun quizá gruesos, y la segunda la de la fabricación de motores que pudieran imprimir a esas naves velocidades hoy extraordinarias, de más de 40 millas por hora; pero si recurriésemos a la construcción de *bombarderas sumergibles* se podría prescindir de la resolución de este último, quizá el más difícil, puesto que no haría falta, ya que la desaparición del barco en caso de ser descubierto se resolvería no por la fuga, sino por la inmersión, con gran ventaja, reduciéndose así toda la dificultad a la construcción del montaje antes citado y su colocación y enlace con la estructura del submarino de manera que pudiera quedar, abatiendo la pieza hasta dejarla en posición horizontal, toda dentro del casco y tapando con planchas de cierré estanco la ranura de seis a ocho metros de longitud por 0,75 de anchura necesaria para poder después sacar parte de su caña hasta la inclinación de 45 grados, operación que habría de poder llevarse a efecto en menos de un cuarto de hora con todas las demás necesarias para poder verificar la inmersión, con objeto de que pueda desaparecer bajo el agua antes de que sus perseguidores avancen desde que sean descubiertos hasta que puedan situarse a distancia de tiro eficaz, que para esta clase de buques, que casi no ofrecen blanco, no se podría fijar en más de un kilómetro. No se nos oculta que las cuadernas de este barco en la parte correspondiente a la ranura para la ocultación de la caña de la pieza, en que queda interrumpida la continuidad del combés, ten-

drían que ser de una forma especial para que no sufriera quebranto la solidez del casco; pero dificultades mucho mayores están resueltas en esos maravillosos barcos.

Esta clase de *bombarderas sumergibles* serían el desideratum para escapar de sus enemigos con toda seguridad, y la última palabra de este género de arquitectura naval, que tampoco nos hacemos la ilusión de creer que no haya pasado por la imaginación de los técnicos en este asunto. Triste cosa es tener que pensar en todos estos refinados perfeccionamientos de las máquinas de destrucción, pero si es cierto que *si vis pacem para bellum*, es necesario tenerlos siempre muy presentes, por lo que pudieran influir en la consecución de la paz, que quizá se consiga mejor con ellos que con todos los congresos y conferencias de desarme, que de sobra sabemos que no tienen más fin práctico que el de proporcionar amenos e interesantes viajes espléndidamente remunerados a los afortunados miembros que toman parte en ellos, acompañados de sus familias y sin olvidar a las indispensables taquimecanógrafas.

RAFAEL PERALTA.

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

Nuevo "record" de distancia en línea recta.

Los aviadores franceses Mauricio Rossi y Pablo Codos, conocidos ambos por haber intervenido en vuelos de importancia, se encontraban hace tiempo en Norteamérica esperando ocasión propicia para intentar una nueva travesía del Atlántico y superar el *record* mundial de distancia, del que estaban en posesión los ingleses Gayford y Nicholetts con su vuelo Londres-Bahía Walfish, de 8.796 kilómetros.

Las dificultades de la empresa exigían circunstancias meteorológicas favorables, por lo cual extremaron su paciencia aguardándolas, y, por fin, el día 5 de agosto, a las nueve y cuarenta (hora de Greenwich), partieron del campo Floyd Bennett con una provisión de gasolina de 7.000 litros. Las dificultades del despegue eran muy grandes por la enorme carga; rodaron unos 1.000 metros sobre la pista, que tiene 1.250 metros, yendo Codos en los mandos y Rossi

con la radio y navegación; el viento era moderado y casi de popa.

Desde Nueva York se dirigieron a Halifax, en ambiente caluroso y agitado por remolinos; las cinco primeras horas de vuelo sobre el Atlántico fueron de franco mal tiempo, atravesando una fuerte depresión, en la cual hubieron de emplear el vuelo sin visibilidad. La noche del 5 al 6, aunque calma, era de niebla y bruma, amaneciendo el día 6 con llovizna y nubes bajas; toda la travesía marítima hasta Cherburgo se hizo así, sin ver el mar más que breves ratos aislados. Durante ella se pusieron en comunicación con la estación de Canso y con el vapor *Lord Kelvin*, en ruta hacia Terranova.

A las doce horas de vuelo comunicaron con la estación francesa de Le Bourget, a la cual siguieron dando noticias de su posición todo el resto del viaje.

A las treinta horas de vuelo llegaron a la costa francesa, sobre Cherburgo, pidiendo información meteorológica sobre el camino a la India; a las treinta y tres horas y cuarenta y dos minutos pasaban a poca altura sobre Le Bourget; habían recorrido 5.800 kilómetros y les quedaban 2.700 litros de gasolina. Un grupo de aviadores y sus familias les vieron pasar al anochecer del domingo, día 6.

Pasando sobre Estrasburgo, al comenzar el día 7 se encontraban cerca de Munich, y sucesivamente sobre Viena y Budapest. A las diez y treinta comunicaban su paso por la isla de Rodas, y poco después estaban sobre Constantinopla, rebasando el vuelo directo que en junio de 1931 habían hecho, casi con su misma ruta, los americanos Boardman y Polanco (8.065 kilómetros). A las trece llegaban a Castellross, en el golfo de Adalia. A las quince y treinta y cinco anunciaban su paso por Latakiek y su decisión de tomar tierra en Rayak, por estar próxima a terminarse la gasolina, como lo hicieron, después de cincuenta y cinco horas y media de vuelo, habiendo recorrido 9.460 kilómetros, es decir, que el *record* anterior estaba batido por cerca de 900 kilómetros.

La velocidad media resulta de 172 kilómetros por hora.

Expuesta rápidamente la parte meramente narrativa del viaje, sin descender a detalles bien conocidos por la Prensa diaria, vamos a indicar algunas características de la *herramienta* empleada para llevar a cabo esta hazaña: el avión "Blériot 110", al que se bautizó *Joseph Le Brix*, en recuerdo del brillante "as" francés que tanto se destacó en vuelos de importancia mundial.

El "Blériot 110" es un monoplano construido especialmente para

raids de distancia, proyecto del ingeniero Zapata, de no lejano abolengo español. En la lucha entablada hace años por los grandes *records* absolutos (velocidad, distancia, altura), con los que, además de renombre y gloria, se conquistan ventajas más tangibles, las grandes Casas constructoras de aviones se esfuerzan en lograr tipos especializados que den una posibilidad material a la pericia, los esfuerzos, el valor y demás brillantes cualidades personales que han de poseer los pilotos que salen a esta dura palestra, y que son en muy pequeño número; no hay más que observar la frecuencia con que se repiten los nombres en los sucesivos equipos vencedores.

El "Blériot 110" nació en 1930, dando por primera vez señales de vida internacional en el vuelo realizado a Orán por el equipo Bossoutrot y el mismo Rossi, en otoño de 1930; poco después se exponía en el XII Gran Salón de la Aeronáutica, de París, del mismo año, y posteriormente conquistó *records* de distancia en circuito cerrado.

El croquis adjunto da idea del aparato en sus tres posiciones principales; el ala continua, que es de armadura de madera, está situada encima del fuselaje, con un atirantado que deja sólo volada la parte en que disminuye su profundidad; se ha huído del sistema en cantilever, permitiendo emplear un perfil semigrueso, de gran portancia y de un alargamiento ocho, todo con una gran ligereza y aumentando el coeficiente de seguridad sobre otros tipos contemporáneos.

Llama la atención la situación retrasada del puesto de pilotaje, que va debajo del borde de salida del ala, con lo cual la visibilidad exterior disminuye, y aunque en parte se ha tratado de disminuir el inconveniente con una especie de periscopio para facilitar la vista hacia adelante, siempre resulta pequeña; claro que es aparato que sólo puede ponerse en manos de pilotos de primera categoría, para los que este defecto pierde importancia.

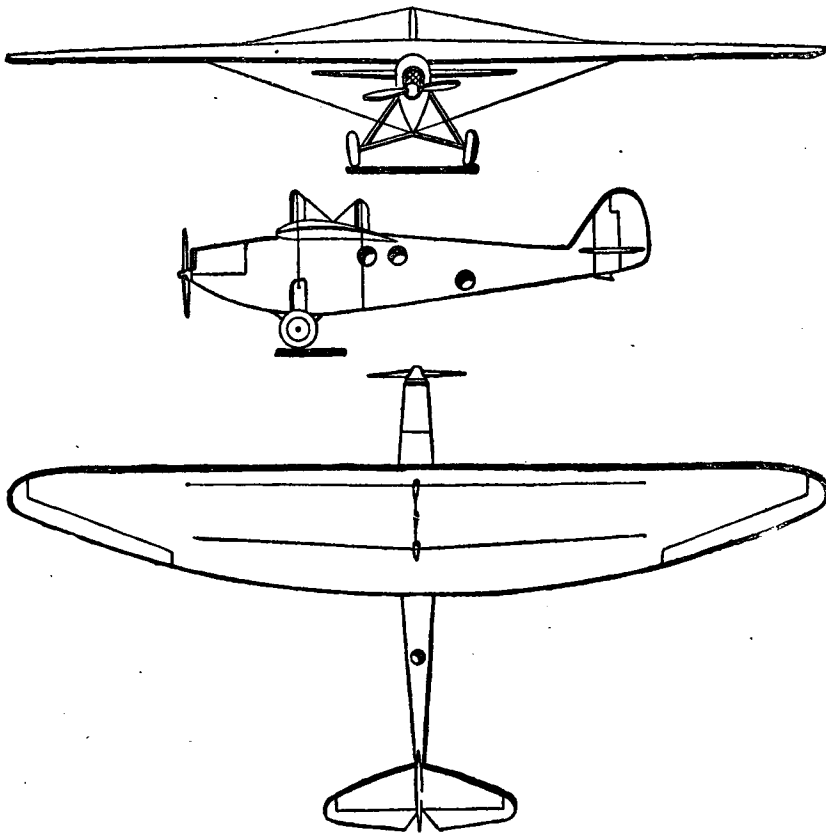
El tren es de ruedas independientes, asegurada cada una por un triángulo, cuyos vértices van en la quilla del fuselaje y en la mitad de su altura; una característica curiosa es que los *sandows* del amortiguador se pueden cambiar rápidamente, atemperándolos a la carga total.

La sección del fuselaje es ovoide, muy prolongada en sentido vertical, siendo su estructura una viga triangular y las paredes de varias capas de madera en chapas (tulipier), con las vetas en distintos sentidos, encoladas a presión. En la parte delantera lleva el apoyo para el grupo motopropulsor, fácilmente desmontable. De-

trás del puesto de pilotaje, de doble mando, va una pequeña cabina, donde pueden descansar a turno los pilotos.

El empenaje vertical lleva una superficie de deriva fija invariablemente a la parte resistente del fuselaje, sobre la que se articula un timón de dirección compensado. El empenaje horizontal tiene también un plano fijo, reglable en vuelo, y a ambas bandas van medios timones de profundidad, también compensados.

En las primeras proezas (1930) iba el "Blériot 110" equipado con un motor "Hispano 600", acoplado directamente a una hélice metálica de dos palas; en este último vuelo ha sido sustituido por



un "Hispano M. C. 500", con reductor, indudablemente buscando economía en el consumo que permitiera aumentar el radio de acción.

Los depósitos para gasolina son diez, cuatro en el fuselaje, delante del puesto de pilotos, y seis en el interior del ala, con una capacidad global de 7.000 litros. El depósito de aceite va también

en el ala, en el borde de ataque de la parte central, y tiene 300 litros de capacidad.

Las características numéricas del avión son las siguientes:

Envergadura	26,5	m.
Longitud	14,57	m.
Altura	4,9	m.
Superficie sustentadora	81	m. ²
Peso en vacío, equipado	2.505	kgs.
Carga útil total	4.490	kgs.
Carga total	6.995	kgs.
Carga por metro cuadrado	86	kgs.
Carga por CV.	14	kgs.
Potencia por metro cuadrado...	6,2	CV.
Velocidad máxima	193	km.-hor.

Intentemos valorar las cualidades de este avión, aplicando las fórmulas que en el número de febrero de 1929 (página 90) se dedujeron por la autoridad aeronáutica que hasta ahora ha estado encargada de esta sección y que se han hecho clásicas.

Coefficiente de penetración.

$$c. p. = \frac{v. \text{m}áx.}{\sqrt[3]{\frac{P}{s}}} = \frac{193}{1,82} = 105$$

El avión es, por tanto, de *buena* penetración.

Coefficiente de rendimiento.

$$c. r. = \frac{v. G}{P} = \frac{193 \times 7.000}{500} = 2.700$$

Corresponde, por tanto, a un rendimiento *extraordinario*.

Coefficiente de carga.

$$c. c. = \frac{G}{P} \sqrt{\frac{G}{s}} = \frac{7.000}{500} \sqrt{\frac{7.000}{81}} = 134$$

El coeficiente de carga es *extraordinario*.

Coefficiente de sustentación.

No hemos encontrado, ni en las revistas técnicas que publicaron los datos a la aparición de este tipo, ni en *L'Année Aéronautique*, de Hirschauer y Dollfus (XII, página IX-1930-31), el dato de su velocidad mínima. Suponiéndola, por comparación con otros tipos, de alrededor de 130 resulta:

$$c. s. = \frac{\sqrt{G s}}{v. \text{ mín.}} = \frac{\sqrt{86}}{130} = 0,07$$

El avión, en este aspecto, es corriente, y acaso no llegue a bueno.

Radio de acción.

$$l = \frac{G v}{Q} \lg. np \frac{G}{G - V} = \frac{6.995 \times 193}{130} \lg. np 2,786 = 10.650 \text{ kms.}$$

Se ve, por tanto, que el recorrido real ha quedado unos 1.000 kilómetros por debajo del teórico, a pesar de que el consumo medio real ha sido inferior a los que marcan los catálogos para el motor, que, sin duda, ha ido parte del viaje a marcha económica. Según uno de los telegramas puestos a bordo, a su paso por Munich al empezar el día 7, observaban "escape de esencia y consumo anormal de gasolina", que parece no fué de gran importancia. Estos datos permiten hacer suponer que no es imposible el superar este magnífico recorrido con el mismo aparato.

J. Ll. S.

REVISTA MILITAR

Evolución de la mecanización del Ejército francés.

En la revista *Army, Navy and Air Force Gazette* se publica un largo artículo con datos interesantes sobre los progresos y tendencias de la mecanización en el Ejército francés. En los últimos diez años, en que las doctrinas en todos los Ejércitos se orientaban cada vez más hacia una mecanización inte-

gral, se había llevado este asunto con parsimonia en el francés, dejándose adelantarse francamente por los inglés y americano.

Las condiciones de la industria automovilista francesa, que produce anualmente 200.000 carruajes, y la organización de la movilización industrial, con la cual se logrará cuadruplicar este número en caso de guerra, a base de la standardización y unificación de los tipos, son muy favorables para que esta tendencia se desarrolle rápidamente.

El número de tanques es tal vez el más grande de todos los Ejércitos: del tipo ligero hay unos 3.500, de ellos unos 60 del tipo inglés "Carden Lloyd", construídos en el país; a estos *tanquetes* se les denomina "de apoyo de infantería", y su empleo obedece al criterio clásico de cooperar como arma auxiliar de este arma principal.

Pero en los últimos tiempos, los trabajos realizados sobre tanques pesados han hecho que esta doctrina de empleo sufra modificación, abriéndose camino el criterio de su uso táctico en grandes masas independientes, con acción rápida y de sorpresa, para lo cual son aptos los nuevos tipos de elevada velocidad, potente armamento, gran protección y capacidad, dotados de radio para el enlace mutuo y con los mandos. Especialmente se ha construído el tipo "2 C.", de 68 toneladas de peso, protegido contra las piezas anticarro corrientes y armado con un obús de 15 centímetros y varias ametralladoras, del cual hay unos 100 ejemplares. Otro tipo experimental, el "D.", pesa 92 toneladas.

Refugios contra gases.

Los refugios contra gases precisan:

1. Medios de evitar que penetre el gas: a), por cierre de vanos; b), aparatos contra propagación; c), elevación de presión.

2. Medios de ventilación.

3. Medios de desintoxicación.

1. a) Los huecos no indispensables para la iluminación y la aireación llevarán un cierre hermético permanente. Los demás tendrán medios de cierre accidental.

El cierre permanente puede consistir en encofrado de tabla, ajustado a los marcos y con las grietas empastilladas.

El cierre accidental se puede hacer por un encofrado análogo, pero con fieltro o paño.

b) Los refugios se dividen en departamentos, con cierres estancos al gas, para que pueda pasarse de uno a otro si alguno es invadido. Los huecos se cerrarán con lienzos absorbentes, empapados en sustancias neutralizantes, y los que hayan de ser utilizados tendrán una compuerta.

c) La sobrepresión interior se logra por medio de ventiladores.

2. La ventilación varía según que se trate de refugios eventuales o permanentes, y según que se tome el aire del exterior o se produzca una circulación cerrada.

El cálculo se ha de basar en el volumen del refugio, las personas a que haya de alojar y el tiempo que tengan que permanecer sin renovar el aire.

Si éste se toma de fuera debe serlo en una capa a lo menos de 15 metros de altura, con un aspirador eléctrico y una canalización de acero galvanizado, con las juntas soldadas. A la entrada de la tubería se colocará un filtro, con

una disposición que permita utilizar éste o tomar el aire sin pasar por él cuando no haya peligro de gas.

El aumento de presión será de tres a cinco milímetros; a cada departamento llegará un tubo, cuya salida se colocará a una altura de 50 centímetros bajo la cornisa, y con un difusor para evitar que salga en corriente brusca.

El registro de entrada variable a voluntad para graduar la cantidad de aire, según las necesidades, y habrá llaves para aislar los distintos compartimientos.

3. Cuando haya ataques con gas se aislará el refugio completamente del exterior, regenerando el aire haciéndolo pasar por una solución alcalina que fije el anhídrido carbónico.

Un sistema práctico es una caja con tabiques alternados que hagan circular el aire dando revueltas, sobre la cual se haga caer una lluvia de una solución de sosa o potasa, a través de unas placas con agujero. A unos dos o tres centímetros sobre el fondo se coloca un orificio, por el cual salga el líquido una vez empleado. Una bomba eléctrica produce la pulverización.

Conviene dotar al refugio de un periscopio y comunicación telefónica con el exterior.

Si entra gas en un refugio hay que proceder a la expulsión del aire o a su neutralización con medios químicos. Lo primero se hará por medio de un ventilador eléctrico, que actuará sobre una canalización especial de evacuación. Deberá haber, además, orificios colocados en el suelo para absorber los gases pesados que se acumulen a su altura.

La neutralización se hará con medios químicos adecuados a cada tipo de gas. En general, para los gases fugaces bastará con la evacuación mecánica; para los permanentes se hará pasar por un depósito de neutralización, conteniendo cloruro cálcico. □

Ultimo modelo de mortero "Stokes".

Según la revista *Army Ordnance* han sido entregados, para ensayo en las unidades del Ejército americano, cuatro ejemplares del nuevo modelo de mortero de trinchera, perfeccionamiento del "Stokes" tan conocido, después de pruebas satisfactorias en el polígono de Aberdeen, de calibre 81 milímetros.

Este modelo, de 1931, es un perfeccionamiento del de 1927, en el cual se habían introducido por Brandt algunas modificaciones sobre el empleado en la última época de la guerra.

La estabilidad de la plataforma se ha mejorado, constituyendo la horquilla por dos montantes tubulares, cuya separación se gradúa por una cadena. Lleva un sector de puntería vertical, dividido en grados sexagesimales, entre los límites 40° y 90°, que permite alcances entre 200 y 1.200 metros.

Las características generales son las siguientes:

Peso total	56	kgs.
Peso del tubo	21	kgs.
Peso de la horquilla	15	kgs.
Peso de la plataforma	19,5	kgs.
Largo del tubo	1,27	m.
Diámetro exterior del tubo	0,95	m.
Peso del proyectil	6,5	kgs.
Carga explosiva interior	2	kgs.

□

CRONICA CIENTIFICA

La "Kolinita", sustitutivo de varias resinas.

Tres ingenieros alemanes, después de repetidos ensayos, han conseguido fabricar un producto obtenido del carbón mineral que sustituye sin desventaja a las resinas manufacturadas con fenol y formaldehído, con un precio bastante más bajo. Se indican como más convenientes para la obtención de la "Kolinita", nombre que le han dado los inventores, el lignito pardo, la lignina, madera, turba, etc. La materia prima se pulveriza, calentándola después con un exceso de fenol, exceso que se decanta, y el producto obtenido se lava rápidamente con benzol. La adición de cresol mejora considerablemente los productos obtenidos. La "Kolinita" en estado bruto se muele, seca y moldea.

Con el nuevo material se fabrican botones, platos, artículos electrotécnicos y también grandes piezas moldeadas; estos artículos poseen cualidades satisfactorias desde los puntos de vista mecánico, químico, térmico y eléctrico. La "Kolinita" se electrifica por fricción, como el caucho endurecido y muchas resinas. △

El "Hidronalio", aleación de aluminio.

La utilización práctica de las aleaciones de aluminio no se ha extendido tanto como era de esperar porque adolecen de dos importantes defectos: la tendencia a la corrosión y la falta de condiciones mecánicas que hacen preciso un tratamiento térmico preliminar. Los talleres que en Bitterfeld posee la I. G. Farbenindustrie han conseguido obtener, bajo el nombre genérico de "Hidronalio", una serie de aleaciones de aluminio que poseen gran resistencia a la corrosión y características mecánicas que hacen innecesario el tratamiento térmico previo. El "Hidronalio" está compuesto de aluminio con magnesio en proporción de 5 a 15 por 100 y pequeñas cantidades de manganeso. Su peso específico varía entre 2,63 y 2,59, según la cantidad mayor o menor de magnesio. △

Acción del agua de mar sobre las estructuras.

El problema que plantea al constructor la conservación de su obra cuando está sometida a la acción continuada del agua de mar y de las emanaciones salinas es, sin duda, uno de los más interesantes y a la vez de los más intrincados. Que la construcción sea metálica, de hormigón o de madera, la acción destructora se manifiesta siempre, y a veces con caracteres devastadores en breve plazo.

Para realizar los estudios concernientes a esta cuestión se instituyó, en 1926, un Comité de la Institución de Ingenieros Civiles, inglesa, que desde entonces viene publicando periódicamente memorias que no carecen de interés; en la última, que es la décimotercera, encontramos algunos datos de conocimiento indudablemente útil.

Hace diez años fueron sometidas a la acción del aire y agua de mar un cierto número de barras de acero y de hierro en puntos situados a gran distancia unos de otros y a diferentes latitudes; el examen periódico de estas muestras en Halifax (Nueva Escocia) y en Auckland (Nueva Zelanda) ha hecho ver que las muestras más resistentes a la acción de las emanaciones marinas son las de acero al níquel, con una proporción elevada de este metal. Las barras colocadas en Auckland a media marea estaban cubiertas de depósitos marinos y manchas de óxido, mientras que las de Alifax estaban mejor conservadas.

Como queda dicho, los aceros con gran cantidad de níquel (generalmente 3,75 por 100) y los de cobre al 2 por 100 estaban en buenas condiciones, como también el hierro fundido obtenido en horno alto de tobera fría, que presentó ligera alteración y pequeña pérdida de peso.

Los aceros al cromo presentaron picaduras locales, y los aceros dulces, despojados de la cascarilla del laminador, sufrieron mayor pérdida de peso que los cubiertos con dicha capa.

Los aceros al cobre, al cromo y al níquel, con pequeña cantidad de este metal, todos presentaron profundas picaduras. Estas observaciones fueron practicadas en Auckland.

En Halifax los resultados discreparon en algunos aspectos de los anotados en Nueva Zelanda, pero también aquí los aceros con gran contenido de níquel, aunque presentaban surcos verticales bastante profundos, fueron los mejor conservados.

Como resumen de las observaciones, podemos consignar los siguientes resultados: primero, que el hierro fundido, aunque presente pequeña alteración aparente, puede haber sufrido importante corrosión interna; y segundo, que el acero al cromo (13,57 por 100 de este metal) es completamente inadecuado para la inmersión en el mar, por efecto de las picaduras numerosas y profundas que presenta. También el acero dulce carece de condiciones. Las adiciones de cobre y níquel, que resultaron ventajosas durante los primeros cinco años, no conservaron la ventaja en el mismo grado durante los cinco años subsiguientes.

Los ejemplares de madera expuestos en distintos lugares a los ataques de los teredos y otros perforadores marinos se comportaron de distinta manera, según que habían sido inyectados con una mezcla de naftalina y creosota, o solamente con una de esas dos sustancias, siendo más ventajoso emplearlas separadamente, lo que puede atribuirse a la escasa fuerza de penetración de la mezcla. En el puerto de Plymouth se prepararon, en 1924, almadías con piezas de madera inyectadas con creosota y distintos tóxicos, y al examinarlas recientemente se vió que estaban bien conservadas. Para que la inyección de creosota penetre debidamente se debe aplicar bajo presión de 11 a 13 kilogramos por centímetro cuadrado, después de un vacío preliminar, con lo cual se asegura la penetración de una cantidad suficiente de la disolución.

En el puerto de Sheerness se construyeron pilas de hormigón armado de prueba y otras en un estanque de agua de mar artificial; en unas y otras se advirtió, al poco tiempo, un deterioro considerable, con grietas importantes en ejemplares protegidos con tres centímetros de hormigón sobre el refuerzo. Los ejemplares de mortero, ricos en cemento, no tuvieron alteración, como tampoco la tuvieron las fabricadas con cemento de horno alto. En cuanto a los ce-

mentos de alúmina, las primeras pruebas no fueron favorables, y se está preparando ahora una nueva serie a fin de exponerla con las otras. Un constructor informó de que el cemento de alúmina empleado en un muelle de hormigón armado en Kinlochleven no presentó signos de alteración después de tres años de servicio, aunque la protección mínima sobre las barras de acero no excedía de 30 milímetros. △

Principales aplicaciones de las tierras de diatomeas.

Como es sabido, la tierra de diatomeas constituye una materia blanca, sílicea, ligera, pulverulenta, aislante, porosa, absorbente, inerte y neutra, propiedades que dan origen a multitud de aplicaciones, muy diferentes entre sí.

El aislamiento térmico ha sido la primera aplicación de las diatomeas, y aun hoy, a pesar de que existen numerosos productos calorífugos, la diatomita ocupa el primer lugar. También se emplea para revestimiento de frigoríficos y para amortiguación de ruidos. Su gran porosidad hizo de ella en otro tiempo el material absorbente por excelencia para la nitroglicerina, el *kieselguhr* (literalmente lodo síliceo) de las dinamitas hoy forma un vehículo excelente para los abonos artificiales y para muchas composiciones químicas. Para la utilización de esta porosidad se han ideado multitud de aplicaciones: depuradores, depósitos de acetileno, embalaje de productos líquidos corrosivos o de gran valor y muchos más.

Esa misma porosidad, unida a la extremada ligereza de las partículas de tales tierras, hace de ellas filtros muy eficaces y clarificadores de líquidos; las fábricas de azúcar, de jabones, de colores y, en general, de productos químicos, consumen gran cantidad de diatomeas. Se puede afirmar que más de la mitad de las tierras extraídas se destina a esos usos. El resto se distribuye entre abrasivos (material de desgaste), para pulimentos y *cargas*, para numerosas manufacturas: caucho, guta, pinturas y materiales de construcción. Esta última aplicación consiste en la incorporación directa a los cementos o los morteros o la fabricación de ladrillos, que, según el grado de coadura, pueden ser ligeros, aislantes, absorbentes o refractarios. △

(De la *Revue Rose*, 24 de junio.)

BIBLIOGRAFIA

De moral militar. Charlas con el soldado, por D. Antonio Sánchez Bravo, capitán de Artillería. Murcia. Sucesores de Nogués. 1933. Un tomo de 165 por 120, con 210 páginas.

El capitán Sánchez Bravo, cuyas aficiones literarias son conocidas por nuestros lectores por haberse publicado notas bibliográficas de otras obras suyas, pretende en este librito facilitar la labor de educación moral de la tropa, encargada a los oficiales de filas, tocando varios puntos como patria, compañerismo, disciplina, apoyo mutuo, etc., que han de ser objeto de las explicaciones y conferencias.

La redacción parece en general orientada como si estuviera preparada para leerla al soldado, pero, por otra parte, para ello se eleva demasiado el estilo

y el fondo en muchos casos, y siempre se abusa un poco de las citas, de escritores de toda época e índole, como si el autor, por modestia extremada, temiera decir muchas cosas por sí propio. Por ello, en general será útil para cante-
ra de ideas para el oficial instructor, que podrá utilizarlas y vestirlas según la cultura de sus hombres.

Dado el corto tiempo que permanece la tropa en filas, que exige intensificar toda clase de instrucción y que no todos los oficiales tendrán a mano las numerosas obras en que se tratan los puntos en qué basar las explicaciones de moral militar y en qué proporcionarse ejemplos, la publicación de este prontuario será de gran utilidad, y es de estimar el esfuerzo que a ello ha dedicado su autor, al que agradecemos el envío de su obra. □

* * *

Verdadera semblanza del combatiente, por Raoul Mercier. Versión española de V. Rojo. Colección Bibliográfica Militar. Tomo LII. Diciembre 1932.

El doctor Raoul Mercier, médico y psicólogo eminente, tomó parte muy activa en la Gran Guerra, distinguiéndose sobre todo en la organización de los servicios de Sanidad. En este aspecto su libro ofrece interés extraordinario para el médico militar, pero no es menor el que tiene para el oficial combatiente. Considera al soldado en pugna con cinco adversarios a cual más formidable: el enemigo, los gases, la miseria, el sufrimiento y la evacuación sanitaria. En cada uno de estos aspectos, el autor presenta cuadros llenos de la realidad vivida por él mismo, y que causan en el lector, sobre todo si es militar, una impresión que no se extingue con la lectura, sino que deja una estela de reflexiones, casi siempre amargas y pesimistas, sobre todo si el que lee es ciudadano de un país poco industrializado y que no posee los secretos de la técnica modernísima. Porque ésta es la consecuencia más importante que se deriva de la lectura: el país que no dispone de una metalurgia poderosa, una industria química hiperdesarrollada, unos transportes ferroviarios y de todo género, pero sobre todo ferroviarios, capaces de realizar con toda rapidez movilizaciones; concentraciones y evacuaciones de grandes masas en un mínimo tiempo, amén de una Aeronáutica numerosa, homogénea y ultramoderna, no está en condiciones para medirse con el adversario provisto de todos esos elementos y familiarizado con su manejo, aunque el factor hombre sea insuperable. Buena prueba de ello nos ofrece la caída del imperio de Marruecos, país dotado de guerreros que al vigor físico unen la decisión en el combate y el desprecio de la vida, y, sin embargo, su resistencia ha sido inútil ante enemigos que poseen los medios y la organización.

Si pensamos, como es nuestro deber, en la posibilidad de una guerra con alguna de las naciones que son fuertes por su organización, su técnica y su poder industrial, hemos de confesar que carecemos de muchos elementos necesarios para asegurarnos la victoria, o, por lo menos, una resistencia eficaz. No por eso debemos sentirnos *derrotistas*, sino reaccionar enérgicamente para procurarnos lo mucho de que carecemos y que debe reputarse indispensable.

La lectura de la obra del Dr. Mercier debe recomendarse a todo el mundo, no sólo a los militares, a modo de revulsivo y suscitador de reacciones patrióticas, que nos son muy necesarias. Sin que por eso incurramos en el pecado de chauvinismo o patriotería, al que no ha sabido sustraerse el autor del libro que comentamos. △