



AÑO LXXXIX

MADRID. = ABRIL 1934

NÚM. IV

Los tubos luminosos

En términos generales se puede afirmar que, exceptuando algunos casos especiales, las fuentes luminosas se emplean con uno de los dos fines siguientes:

- 1.º Iluminar otros objetos.
- 2.º Ser vistos, como un letrero o un anuncio.

Las condiciones de ambos servicios son radicalmente diferentes, y muchas cualidades que son ventajosas en un caso son contraproducentes en el otro. Usando una comparación vulgar: el Sol es nuestro mejor manantial luminoso, pero es casi imposible mirarlo; por el contrario, el arco iris tiene infinitamente menos valor como fuente luminosa que como espectáculo.

Cuando las fuentes luminosas se emplean con el primer fin, la experiencia ha demostrado que deben poseer las siguientes características: rendimiento elevado, sencillez de manejo, coste inicial moderado, disponibilidad en varios tamaños (incluyendo pequeñas potencias) y color aceptable.

Si alguna de estas cualidades no se cumple, el campo de aplicación de la lámpara es muy limitado. Una excelente prueba de este hecho se encuentra en las lámparas de arco llama de hace veinte años. Se aseguraba que estas lámparas darían 3.000 bujías por 500 vatios, rendimiento más elevado aún del que se le atribuye a los nuevos manantiales de luz gaseosa de hoy día; sin embargo, escasísi-

mos son los arcos llama que se emplean ahora en la práctica. Esto se debe a que carecían de algunas de las características a que antes nos hemos referido.

Un tubo luminoso constituye un manantial de luz fría porque sólo una mínima parte de la energía eléctrica suministrada se transforma en calor. Los tubos de elevado voltaje (5.000 a 15.000 voltios) y pequeña intensidad, que nos son tan familiares en anuncios luminosos, tienen un rendimiento pequeño en comparación de las lámparas incandescentes y mucho menor que los tubos de mercurio.

Por el contrario, los tubos de 110 ó 220 voltios tienen un rendimiento superior al de las lámparas de incandescencia, y tanto más grande cuanto mayor es la potencia.

Cuando se trata del primer fin a que antes hemos aludido—iluminar—, los tubos luminosos (de voltaje reducido) únicamente tendrán aplicación cuando nos interesen por su luz coloreada o por su elevado rendimiento, o bien por ambos factores; aunque hay que hacer notar su aceptación entre arquitectos y decoradores, originada por lo bien que se adaptan a la moderna arquitectura. Pero no se debe olvidar que, desde el punto de vista de la sencillez, bajo coste inicial y disponibilidad en varios tamaños, las lámparas incandescentes son preferibles a los tubos luminosos.

Si se trata del segundo objeto—ser vistos—no hay duda de que los tubos poseen innegables ventajas, a pesar de su bajo rendimiento. Su luz viva, pero no deslumbradora, su flexibilidad y la continuidad de trazo que con ellos se puede obtener son factores que explican su mayor aceptación cada día, principalmente en el campo de los anuncios luminosos. Se puede exponer como detalle que para tener un efecto semejante al de un tubo de neón de un metro de longitud y 22 milímetros de diámetro que consume, aproximadamente, 25 vatios, se necesitarían de 10 a 15 lámparas de 15 vatios cada una; en total, de 150 a 225 vatios. Es decir, un consumo seis a nueve veces mayor y una continuidad de trazo mucho más imperfecta.

Vamos a hacer un ligero estudio de los tubos luminosos; exponremos su constitución y fabricación, colores y gases empleados, funcionamiento, últimos perfeccionamientos, aplicaciones y algo sobre luz blanca.

Claro está que nos referiremos únicamente a los tubos que emplean gases como elemento luminoso, prescindiendo de esos denominados, entre otros varios nombres, con el de "lámparas Linnes-

tra", en los que, como se sabe, la luz se produce igual que en las lámparas de incandescencia.

Constitución.

Los tubos luminosos, en general, deben considerarse constituidos por un tubo de cristal más o menos largo, lleno de un gas a baja presión y provisto en las extremidades de dos electrodos unidos metálicamente (a través del cristal) a un generador de alta tensión. La figura 1 muestra esquemáticamente cuáles son las partes principales.

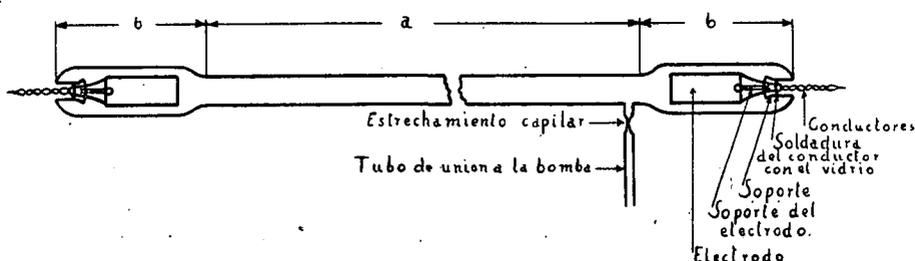


Fig. 1

a es el tubo propiamente dicho, que puede ser rectilíneo o curvado siguiendo un motivo ornamental o la letra de una inscripción; la longitud total varía desde algunos decímetros hasta tres o cuatro metros. El diámetro entre 7 y 22 milímetros (algunas veces se llega a 45 milímetros). Puede ser de cristal incoloro o de tinte variado para obtener, en unión a oportuna mezcla de gases, luces de colores diversos. Algunas veces, en lugar de cristal común se adopta el vidrio "Pyrex" (1).

En las extremidades del tubo, en dos ensanchamientos, se encuentran los electrodos. Están constituidos por láminas delgadas de metal puro y exento de óxido (cobre, hierro, ferro-níquel, aluminio), en forma cilíndrica, y a veces en espiral, con objeto de aumentar la superficie de contacto con el gas. Sus dimensiones dependen de las del tubo:

(1) El "Pyrex" es un vidrio poco fusible, con gran proporción de anhídrido silícico. A causa de su muy pequeño coeficiente de dilatación no se resiente casi con las variaciones de temperatura.

Diámetro del tubo	Cilindro metálico		
	Longitud	Diámetro	Superficie exterior
Hasta 12 milímetros. . .	45 milímetros	15 milímetros	22 cm. ²
12/20 —	80 —	25 —	65 —
Más de 20 —	100 —	32 —	100 —

El electrodo está sostenido por un apoyo de alambre incrustado en caliente en el soporte de cristal que constituye la extremidad del ensanchamiento. A través de dicho soporte pasan los hilos conductores de la corriente, que deben ser, por lo menos en el trozo que atraviesa el cristal, de un metal que suelde bien con el objeto de mantener estanqueidad perfecta. Una derivación en tubo de vidrio de menor diámetro sirve para unirlo a la bomba, y por medio de él tiene lugar la evacuación del aire y el llenado con el gas que se emplee. Terminada esta operación, con un soplete se funde el estrechamiento del tubito, obteniéndose simultáneamente la separación y la cerradura.

Para el llenado del tubo, según el color requerido, se emplean principalmente el *neón*, el *argon* y el *helio* puros y mezclados entre sí, o bien añadiendo vapor de mercurio. Para el blanco se puede utilizar el *anhídrido carbónico*, que da una luz blanca bastante semejante en su espectro a la luz solar difusa y, por consiguiente, indicada para alumbrado (tubos Moore). El empleo de este gas tiene varios inconvenientes, de que luego hablaremos.

Combinando los distintos gases con tubos de cristal diversamente coloreado se pueden obtener los siguientes colores:

Cristal	Llenado con		
	Neón	Neón/Argon/Hg.	Helio
Incoloro.	Rojo.	Azul.	Blanco rosáceo.
Azul		Azul oscuro.	
Violeta		Lila.	
Amarillo		Verde claro.	
Marrón oscuro.		Verde oscuro.	
Amarillo verdoso		Blanco azulado.	
Rubí		Rojo rubí.	
Blanco lechoso	Rcjo.	Blanco perla.	
Verde claro	Anaranjado.	Verde claro.	Amarillo.

Variando el porcentaje de la mezcla varía, naturalmente, la tonalidad; las mezclas neón-helio dan luces coloreadas del rosa pálido al naranja vivo; las neón-mercurio, coloraciones violáceas; y las helio-mercurio, azules.

Se pueden obtener otras coloraciones utilizando la fluorescencia de ciertos cuerpos, es decir, la propiedad que poseen de emitir luz cuando son alcanzados por ciertas radiaciones. La luz emitida es siempre de mayor longitud de onda que la recibida. Con tubos de neon-mercurio, cuyo cristal contenga en su masa sales de Uranio (o de Cobalto), se obtienen coloraciones amarillo verdosas (o violetas).

Se puede recordar que mientras el helio se encuentra en algunos gases naturales que emanan en las zonas petrolíferas de América (y también en Italia en el gas de los *Soffioni* de Larderello), el neón y el argón está contenido en pequeña parte en el aire atmosférico, del que se extraen por licuación y destilación fraccionada.

Fabricación de los tubos.

La fabricación de los tubos luminosos se puede dividir en dos fases principales:

1.^a Preparación del tubo (curvado en caliente) y montaje de los electrodos.

2.^a Evacuación, tratamiento térmico y llenado con el gas.

Poco hay que decir sobre la primera parte, que pertenece a la técnica normal de la fabricación del vidrio soplado; el tubo se curva con arreglo al dibujo que se quiere ejecutar.

El trabajo de los pequeños tubos, fragmentos de letras que después hay que unir, etc., es un arte delicado que requiere gran destreza y una larga práctica. Cuando se trata de tubos largos y curvados, las dificultades aumentan porque no es fácil obtener a mano segmentos de arco, de curvatura rigurosamente constante. Se recurre en este caso a un procedimiento eléctrico que permite conseguir en pocos minutos el curvado matemático de largos tubos con perfecto resultado.

Una vez construido el dibujo se montan los dos electrodos iguales, puesto que, como sabemos, estos tubos se alimentan con corriente alterna y, por consiguiente, cada uno de ellos hace alternativamente de cátodo y ánodo a cada medio período que la columna luminosa que llena el tubo parte de un electrodo o del otro, según cuál sea el que en aquel momento funciona como ánodo.

El vacío con el llenado constituyen las fases más delicadas del trabajo; de la rigurosa exactitud con que se efectúa y de la perfección de los medios técnicos empleados depende la duración del tubo, que generalmente es de tres mil horas (una lámpara de incandescencia normal tiene de duración *útil* mil horas), no faltan empero ejemplos en que este tiempo ha sido triplicado y aun cuadruplicado.

Un conjunto de vacío se compone, por lo menos, de dos bombas. Una para bajo vacío o preliminar; la otra para alto vacío capaz de alcanzar uno del orden de 10^{-6} mm. Hg. (un millonésimo de milímetro de mercurio). Un conjunto de canalizaciones de vidrio y llaves, también de vidrio, permiten poner en comunicación el tubo en que se ha de efectuar el vacío, sea con una o con la otra bomba, sea con el recipiente que contiene el gas.

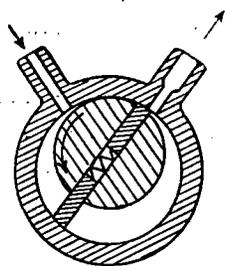


Fig. 2 (a)

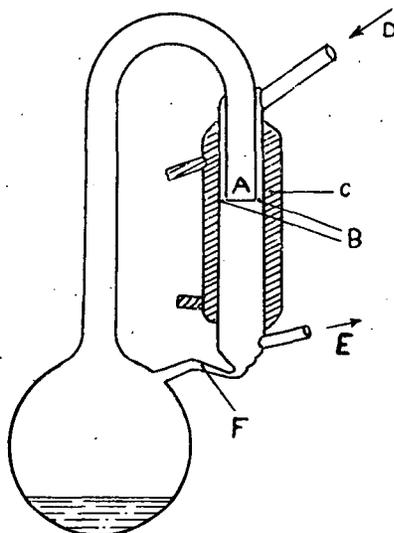


Fig. 2 (b)

Como *bomba preliminar* se adopta casi exclusivamente bomba rotativa de paletas en baño de aceite; la figura 2 (a) muestra el esquema; el funcionamiento es intuitivo. Como bombas de alto vacío son bastante empleadas las bombas de condensación que se construyen en acero, en cuarzo o, más económicamente, en vidrio "Pyrex", y de las cuales es un tipo la representada en la figura 2 (b).

El mercurio contenido en el recipiente es calentado y entra en

ebullición; los vapores salen por el tubo central y, refluyendo hacia abajo, desembocan por el orificio *A*; el espacio entre éste y la pared del refrigerante *C* a circulación de agua forma el estrechamiento de difusión *B*. Las moléculas del gas que llegan por el conducto *D*, provenientes del tubo en que se hace el vacío y que afloran a la abertura anular, vienen a incorporarse con las moléculas del vapor de mercurio y son arrastradas por éste hacia abajo, a lo largo de la pared del refrigerante; el vapor de mercurio se condensa y, a través del sifón *F*, retorna al recipiente, mientras el gas es aspirado por *E* con la bomba preliminar y descargado en el aire.

La sola acción de la bomba no sería, sin embargo, suficiente para vaciar completamente el tubo.

Cuando se hace el vacío, la capa de humedad que existe siempre sobre las paredes comienza a evaporarse rápidamente; después de algunos minutos esta evaporación se vuelve tan lenta que se pueden alcanzar presiones del orden de 10^{-5} y también 10^{-6} mm. Hg., pero si se cierra entonces el tubo para separarlo de la bomba, el vacío no se mantiene a causa de una lenta emisión de gas y, sobre todo, vapor de agua.

Por otra parte, los metales contienen todos gases *ocultos* o, por lo menos, adheridos a su superficie, que no se desprenden si no es bajo la acción del calor; por esta consideración es buena regla calentar fuertemente, durante el vaciado, vidrio y electrodos.

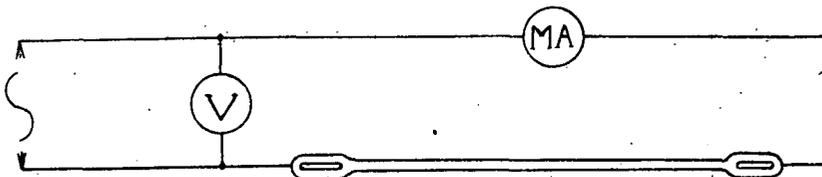


Fig. 3

Para tal objeto se utiliza el efecto Joule, obtenido haciendo descargar a través del tubo, mantenido a vacío moderado, el secundario de un transformador de alta tensión (7.000/15.000 voltios, según las dimensiones del tubo) y de la potencia de 2/3 kilovatios, hasta que los electrones se pongan al rojo blanco; se interrumpe entonces la corriente, y mientras se enfría poco a poco, se hace el vacío hasta el límite máximo alcanzable; entonces está listo para el llenado.

Este se controla de modo a alcanzar en el interior del tubo una presión dada correspondiente a las mejores condiciones de funcionamiento y variable según los casos (para el neon, de 2 a 4 milímetros de Hg.; para la mezcla neón-argón, de 4 a 6; para el helio, de 8 a 10).

La presión se puede controlar bien directamente mediante un manómetro de Mac Leod, o indirectamente por el dispositivo indicado en la figura 3, en el cual el tubo, ya hecho el vacío y en vía de llenado, se conecta a una línea de alta tensión con un voltímetro

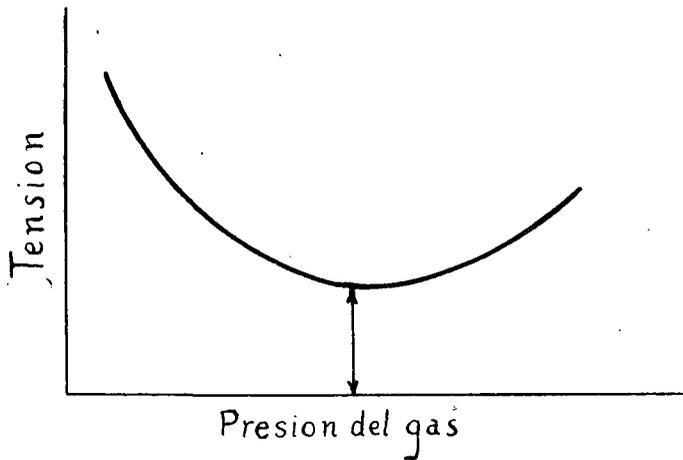


Fig. 4

electrostático y un miliamperímetro; conociendo la intensidad a la que debe funcionar el tubo se introduce gradualmente gas, hasta que para la intensidad dada la tensión alcance el menor valor, como indica la figura 4.

El montaje del tubo se hace sobre soportes metálicos o de madera que sigan las inflexiones del dibujo; no es fácil en pocas líneas un examen completo a causa de su variedad, y casi siempre se proyectan caso por caso.

Teoría del funcionamiento de los tubos luminosos.

FENÓMENOS LUMINOSOS.—LUMINISCENCIA Y ARCO

En 1892, Arons comprobó que se podía obtener con el mercurio un arco estable que producía gran cantidad de luz; fué realmente la primera lámpara de mercurio que dió resultados interesantes.

Aunque de todos conocida, recordaremos que estaba constituida por un tubo de vidrio de dos centímetros de diámetro, en forma de U, invertida, con ambos extremos cerrados al soplete; cada una de las ramas contenía un poco de mercurio, al que se llevaba la corriente por medio de un hilo de platino soldado en el vidrio. En la parte superior de la U invertida había soldado un pequeño tubo, por medio del cual se hacía el vacío. Para cebar el arco se inclinaba el conjunto de manera que el mercurio, extendiéndose a lo largo de las dos ramas, constituía durante un instante un filete líquido metálico conductor. Una vez el arco cebado y el tubo enderezado, la corriente continuaba pasando, produciendo una fuerte luminiscencia de la columna gaseosa. Arons consiguió así producir un arco de 60 centímetros de longitud bajo una diferencia de potencial de 61,6 voltios y con una intensidad de 13,4 amperios.

Si este tubo se mantiene, o es mantenido, a una temperatura relativamente poco elevada (140°, aproximadamente) no es un fenómeno de arco propiamente dicho de lo que se trata, sino de un fenómeno de *luminiscencia* de la columna de vapor de mercurio.

Se debe entender por luminiscencia el fenómeno de emisión de luz en el cual la radiación no se debe exclusivamente a la temperatura de la fuente luminosa. Por ejemplo, si se calienta de una manera cualquiera vapor de mercurio a la temperatura normal de funcionamiento de la lámpara antes descrita, no se obtiene luz; la causa fundamental de la emisión luminosa es debida a los fenómenos puestos en juego por la descarga eléctrica y no a la temperatura a que se encuentra la columna de vapor de mercurio. No olvidemos que la luz se engendra por las perturbaciones y reorganizaciones que en los elementos constituyentes del átomo ocasiona una descarga eléctrica, una elevación de temperatura u otras causas.

Si por una razón cualquiera la intensidad de corriente que atraviesa un tubo de vapor de mercurio se hace excesiva, la temperatura se eleva rápidamente y el fenómeno de luminiscencia deja lugar, poco a poco, al fenómeno de arco. A medida que la temperatura se eleva, el diámetro de la vena luminosa se estrecha, su brillo aumenta y el color de la luz emitida se modifica. El tubo de cristal se deteriora en estas condiciones; para observar el verdadero arco de mercurio es preciso emplear tubos de cuarzo transparente.

* * *

La luz se puede obtener con la excitación de un solo átomo o de

un gran número de átomos (incandescencia). La excitación de un solo átomo por choque electrónico en un gas tiene lugar de distinta manera de la de los átomos de un cuerpo sólido. Si en lugar de ser excitado un solo átomo que emite su raya característica se excitan varios como en el caso de un vapor a una cierta presión, comienzan a influenciarse mutuamente, y, por consecuencia, además de la raya característica, que tiende a atenuarse, aparecen otras de serie secundaria. Entre los cuerpos sólidos y gaseosos utilizados para la producción de la luz se encuentran los óxidos, que son sólidos, pero presentan un espectro continuo al cual se sobrepone un espectro de rayas.

Se puede decir que en la luminiscencia existe una excitación ordenada y en la incandescencia una excitación desordenada; entre estos dos casos extremos se encuentran todas las posibilidades de excitación. Escogiendo un vapor como el de sodio, que da notoriamente dos rayas a 5889,6 y al 5895,9 Å (Å. Ångström, que es igual a 0,000.000.01 cm.), y excitándolo en esta zona espectral, se puede obtener un buen rendimiento luminoso. En efecto, se ha comprobado que, resuelta la cuestión de fabricar vidrio inatacable por el sodio con un tubo calentado a 200° y conteniendo sodio a baja presión, es posible conseguir que la proporción de energía radiada bajo forma de radiación luminosa correspondiente a las dos rayas mencionadas, alcance 1,80 por 100 de la energía absorbida (no teniendo en cuenta la energía necesaria para producir la presión del vapor a la que el tubo trabaja ni el rendimiento de los aparatos accesorios). En tales tubos la excitación se producía por medio de dos electrodos constituidos por una mezcla de tungsteno y óxido de bario aglomerados bajo forma sólida.

Para la producción de rayas de emisión visibles de gases o vapores cuya característica no se encuentre en la parte visible del espectro, hará falta, por el contrario, utilizar no esta característica, sino las rayas de la serie secundaria (como en el caso del mercurio, que, además de la característica en el ultravioleta, emite, según otras tres secundarias de las que una en el verde, otra en el azul y otra en el amarillo). En este caso se hará de modo que los diversos átomos se influencien entre sí, y, por consiguiente, se recurrirá a una presión convenientemente elevada para obtener un rendimiento del orden de magnitud antes indicado.

Por último, se puede obrar sobre los átomos de manera a hacerles emitir la serie de rayas que no se encuentran en el espectro

normal. A tales resultados ha llegado Kreffft con talio y cesio, aumentando la presión del vapor; probablemente sobreviene una recomendación de los átomos ionizados que es causa de un espectro continuo. También en este caso se presenta la dificultad de la fabricación de un vidrio especial resistente a los vapores del metal utilizado. La cuestión, no obstante, parece estar resuelta, ya que Pirani ha construido lámparas de duración superior a las mil horas con los cuerpos siguientes: sodio, potasio, cinc, mercurio, cesio, talio y neon.

FENÓMENOS ELÉCTRICOS

Los tubos se montan en serie y la alimentación se efectúa con transformadores elevadores de tensión (4.000 a 12.000 voltios, según el desarrollo del dibujo y el diámetro del tubo). La intensidad está en proporción al diámetro:

Diámetro del tubo en milímetros	Neón		Neón/Argón/Hg.	
	Intensidad en mA	Tensión — Voltios por m.	Intensidad en mA	Tensión — Voltios por m.
12	15	900	20	600
15	20	720	25	450
20	45	500	55	320
25	60	430	70	300

Con neón-argón-mercurio las tensiones son más débiles porque los vapores de mercurio son más conductores. Con helio son dos veces más grandes. Con neón en un tubo de 45 milímetros de diámetro y un metro de longitud se puede obtener, con 100 voltios, una corriente de un amperio.

La intensidad luminosa no es, sin embargo, proporcional a la intensidad de corriente; para un diámetro dado del tubo cuando ésta aumenta en la proporción de uno a dos la intensidad de la luz roja y amarilla resulta multiplicada por el factor 2,2, la de la luz azul por 1,8.

A causa de la característica inversa de resistencia que presentan los tubos neón (análogamente al arco voltaico) hace falta intercalar una fuerte impedancia que puede ser suministrada por un

transformador con reactancia de dispersión excepcionalmente elevada.

El factor de potencia de los tubos luminosos es más bien bajo puesto que raramente alcanza 0,5; esto depende de que la onda de corriente está bastante deformada en comparación de la onda de tensión. Para ponerla en fase se ha ensayado el empleo de una capacidad montada en paralelo en el circuito primario o en serie en el secundario. A continuación damos, en una tabla, algunos resultados obtenidos por Mc. Milliam y E. C. Starr.

En este experimento, el primario estaba alimentado a 110 voltios, 60 per./seg., y en el secundario había montada, en serie, una capacidad de 0,008 microfaradios. Los tubos tenían un diámetro de 15 milímetros y una longitud de 3,50 metros; estaban llenos con neón puro (indicado Ne) o con mezcla neón-mercurio (indicada Hg).

G A S	Número de tubos en serie	Factor de potencia	
		Sin condensador	Con condensador
Ne.	1	0,234	0,820
Hg.	1	0,264	0,843
Ne.	2	0,350	0,910
Hg.	2	0,450	0,943
1 Ne. + 1 Hg.	2	0,394	0,920
Ne.	3	0,461	0,948
Hg.	3	0,621	0,976

Según se observa, el factor de potencia mejora poniendo más tubos en serie; bajo este aspecto, como también desde el punto de vista de la mayor facilidad de transporte, montaje, etc., convendría que a igualdad de desarrollo la serie estuviera constituida con tubos cortos y en gran número, en lugar de pocos y largos. Se opone a esto la caída catódica, que es muy notable, como muestra la figura 5, y alcanza a veces el 70 por 100 de la caída total en el tubo; por consecuencia es conveniente reducir al mínimo el número de elementos.

* * *

Es evidente que para la introducción de los tubos de gases raros en la práctica corriente es necesario abandonar la alta tensión y realizar tubos capaces de funcionar a la tensión de distribución

de la red de la ciudad. Las investigaciones en este aspecto se han concentrado rápidamente sobre los tubos que funcionan en régimen de arco. Se sabe en definitiva que cuando se realizan ciertas condiciones, en lo que se refiere a naturaleza del cátodo, intensidad de corriente y excitación, la totalidad de corriente no es emitida por toda la superficie catódica, sino por una pequeña porción, la *man-*

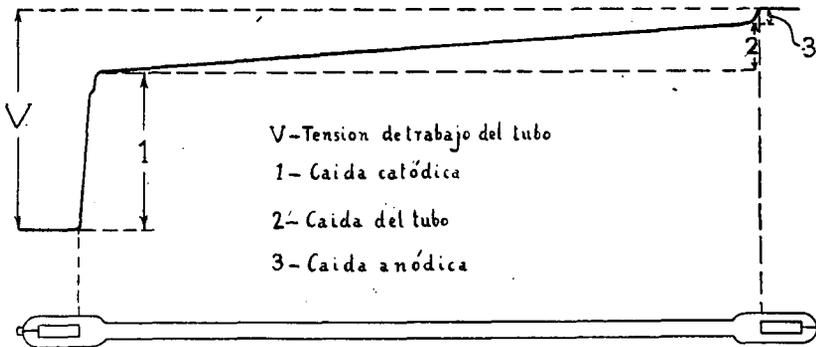


Fig. 5

cha catódica; y esto sucede con una facilidad tal, que la caída de tensión catódica, que es de una centena de voltios en régimen luminoso, se reduce a dos o tres voltios en régimen de arco. Los tubos "Cooper-Hewit", de vapor de mercurio, funcionan en régimen de arco, régimen bajo el cual pueden funcionar también los tubos de gases raros si están provistos de cátodos apropiados de mercurio o potasio, por ejemplo. Para los cátodos calientes, en general, se emplean a veces mezclas de metales alcalino-terrosos aplicadas de diversas maneras.

En la mancha catódica actúa una intensidad de corriente enorme respecto a la que pasa en régimen de luminiscencia, y la volatilización intensa consiguiente provocaría una absorción rápida del gas si no se tomaran ciertas precauciones, a fin de que los vapores, de potasio, por ejemplo, se condensen y recaigan sobre el cátodo, que es llamado por esto regenerable. Pero no basta hacer el cátodo inofensivo; hace falta evitar también la vaporización y la oclusión que se verifican en el ánodo. Esto se ha conseguido con apropiados dispositivos, que principalmente consiguen evitar que el metal desintegrado alcance la pared del tubo. Se han conseguido por este medio resultados verdaderamente inesperados por lo que a la eficiencia y duración se refiere.

Uno de estos tubos, con un diámetro de 66 milímetros y una longitud de 1,10 metros, conteniendo neón a la presión de 0,4 milímetros de Hg., ha sido construido por Claude; está provisto de un cátodo de potasio y de dos ánodos, y funciona prácticamente a 25 amperios bajo una tensión alternativa de 120 voltios; el factor de potencia es igual a 0,9. Seis tubos de esta clase, alimentados con corriente trifásica a 200 voltios, se han empleado por vía de experimentación con objeto de señalamientos en la Marina francesa.

Las dificultades que presentaba la construcción de electrodos incandescentes han sido resueltas, y hoy se construyen ya para todas las intensidades de corriente; un electrodo incandescente para 100 amperios es más pequeño que uno funcionando en frío con 100 mA bajo una tensión elevada. Los electrodos incandescentes permiten llenar la ampolla con vapores metálicos.

* * *

El funcionamiento de los tubos luminosos está sujeto a muchas incertidumbres e irregularidades. C. M. Summers, en un estudio publicado en *Electrical Engineering* (noviembre 1932), analiza en sus líneas fundamentales los fenómenos que tienen lugar en tales tubos, y especialmente la relación entre la corriente y la tensión aplicada. Las consideraciones teóricas, de acuerdo con las gráficas, obtenidas demuestran que la onda de corriente corta a la línea de cero, dentro del desarrollo de la onda de tensión, y que durante cada semiperíodo, la corriente queda en cero por un tiempo finito. Aplicando esta consideración al circuito del tubo, con el anejo transformador, se puede obtener la forma que debe asumir la onda de tensión. Se reconoce así que en cada semiperíodo se manifiesta, para una cierta porción de él, un régimen de oscilación amortiguada que conduce a la tensión a un valor aproximadamente constante para la parte restante del semiperíodo. La longitud de la porción de onda en régimen oscilatorio depende también de la longitud del tubo, y esto es causa de muchas irregularidades en el funcionamiento. También la capacidad del tubo hacia tierra tiene notable influencia, y por esta sola razón dos tubos análogos pueden funcionar de muy distintas formas. Existen, además, otros muchos coeficientes que influyen en el fenómeno.

JUAN VILCHEZ FERNÁNDEZ.

(Se concluirá.)

Sobre el mando

Por estimarlo oportuno me voy a permitir hacer algunas consideraciones sobre las cualidades que debe poseer todo aquel que tenga *mando*, es decir, todo el que tenga tropa a sus órdenes.

Con ello no pretendo enseñar nada nuevo, sino sencillamente recordar y, sobre todo, creo que a quien ha de ser más útil o menos inútil es a los que principian su carrera militar, ya que hay cosas que no pueden aprenderse mediante un texto, sino por el trato directo con el soldado.

Atributos del jefe de una fuerza.

Foch ha dicho: *El dirigir hombres es la parte más delicada de la obligación del Alto mando.*

Mandar es organizar la voluntad de las tropas para conseguir el cumplimiento de un objetivo militar. El mando así definido es esencialmente un problema de las afecciones humanas. Para ello se requiere en el que mande interés y afecto por los soldados, fuerte personalidad y espíritu práctico.

Los instrumentos de que ha de hacer uso el jefe son los siguientes: *serenidad, entusiasmo, perseverancia, franqueza, impresionabilidad, firmeza, tacto, tolerancia, paciencia, cortesía y amistad.* Equipo con el que un artista experto puede a su antojo moldear el material humano. Todos son útiles; algunos indispensables.

La *serenidad*, el gran equilibrador, es una cualidad contagiosa, que cuando se ve en el superior fermenta en todos los demás. Considerad la gratitud que Francia debe a la serenidad de Joffre en la primer batalla del Marne. El mariscal Foch, en una conversación, publicada hace tiempo, a raíz de la Gran Guerra, dice:

El 27 de agosto la situación era, en realidad, agonizante, peligrosa en extremo por todas partes. ¡No veíamos un rayo de luz, de salvación! Pero él (por Joffre) no perdió su admirable serenidad. Su ejemplo cundió rápidamente y fué el eje de la acción. Alrededor de él, en su Cuartel General, a pesar de las malas noticias, no hubo casi ansiedad, ni mucho menos pánico; solamente hubo un ambiente tranquilo y sereno, en el que las órdenes se cumplían fríamente y con toda serenidad.

Esta cualidad es indispensable.

El *entusiasmo* es una condición emocional, que debe ser provocada con suma precaución y en el preciso momento para dar ímpetu y nuevas energías al cansancio y decaimiento. Un jefe hábil debe evitar un exceso de entusiasmo en los principios de un objetivo que sabe ha de durar bastante tiempo, pues un largo período de gran entusiasmo es enervante, y la reacción puede dar lugar a la pérdida del objetivo que se proponía conseguir. Esta cualidad es sumamente útil, considerándola algunos indispensable.

La *perseverancia*, que algunos no consideran digna de tenerse en cuenta, es, sin embargo, una condición muy útil. Semejante a la serenidad, tiene un efecto estabilizador. El jefe, cuyo espíritu brinque semejante a un saltamontes, en las más inesperadas direcciones, tiene una influencia perturbadora por el efecto desorientador que produce.

Además no inspira confianza a los inferiores.

La *franqueza* en el superior engendra igual cualidad en sus subordinados. Se juega con las cartas boca arriba. Las opiniones se exponen en todos los aspectos, a la luz del día, con lo que hay facilidad de elegir la mejor solución. Es también condición utilísima.

La *impresionabilidad* es otro factor importantísimo. La voz y maneras impresionantes son un buen agente para la correcta y eficiente ejecución de pensamiento. El jefe que produzca impresión o admiración en sus oyentes origina una atención profunda. Ha de hablar con reposado acento y palabras bien medidas. De este modo los subordinados entenderán perfectamente sus órdenes. No tendrán duda de ningún género.

Se puede considerar esta cualidad como indispensable.

La *firmeza* indica acción. Es hermana gemela de la subordinación. Pero así como esta última implica un espíritu cerrado a la razón, la firmeza sugiere un espíritu fortificado contra el capricho.

Condición útil e indispensable.

El *tacto* indica voluntad de cooperación y preserva contra la falta de respeto que produce en los subordinados el no adoptar por el superior las ideas que aquellos creen son preferibles, originándoles, en cambio, gran satisfacción el ver que sus sugerencias son tenidas en consideración, aunque a veces sólo sea en apariencia.

Es cualidad muy útil.

La *tolerancia* para las opiniones de los demás, la *paciencia* en la conducta a seguir con personas torpes y pesadas, la *cortesía* y la

amistad no son sino atributos de un perfecto caballero que, por tanto, no deben faltar a nadie que tenga mando de tropas.

* * *

El comandante debe demostrar interés y afecto por sus subordinados. Uno de los procedimientos más simples para conseguirlo consiste en acostumbrarse a llamarles por su nombre. La hábil lisonja de esta táctica activa en el cerebro del soldado una condición refleja que origina positivos resultados. El soldado piensa: "mis amigos, que se interesan por mi bienestar y me tienen cariño, y por quienes yo no regatearía sacrificio alguno, me llaman por mi nombre. Este jefe me llama por mi nombre. Así, pues, parece que me demuestra amistad y deseo corresponder a ella".

Habrá quien diga que no es necesaria tal cosa, que ha obtenido resultados buenos con las tropas a sus órdenes, sin emplear para nada el procedimiento anterior. Quizá sea así. No lo dudo. Pero es la explicación que encuentro al hecho incontrovertible de que cuando dirigimos la palabra a un subordinado empleando su nombre, su respuesta, consciente o inconscientemente, es diferente, más afectuosa, que cuando es llamado de otro modo cualquiera.

Esto no quiere decir que el jefe de una fuerza tenga que explotar egoístamente esa condición humana, o que tenga que simular un afecto o interés que no sienta. Pero no haciéndolo desperdicia sentimientos, que existiendo, encuentran dificultades para su expresión.

Muchos creen que tener memoria para los nombres es una cualidad natural que poseen algunos y que otros nunca pueden adquirir. La verdad es que, aparte de la mayor o menor facilidad para ello, la habilidad para recordar la asociación de nombres y caras viene solamente como resultado de un esfuerzo consciente. La práctica de este método es también útil; el jefe que así lo haga puede estar seguro de ser conocido de todos los subordinados; y para hacerlo no tiene más que presentarse ante su vista en cuantas ocasiones pueda, aprovechando instrucciones, revistas, ceremonias, inspecciones, etc.

El jefe que posea espíritu práctico no debe exigir de sus subordinados, como es natural, más que aquello que sea de posible realización. Algunos piensan lo siguiente: "Yo no pido a mis hombres nada que yo no pueda hacer". Esto indica un espíritu recomendable, pero no es un buen principio. Indudablemente será un superhom-

bre aquel que haga todo lo que sus tropas puedan hacer. La conducta a seguir por un mando correctó consiste en exigir solamente aquello que sea razonablemente posible. Esta es la verdadera dificultad.

Conductos de mandos.

La técnica del mando consiste en emitir las órdenes claras y concretas a través de todos los conductos establecidos por la autoridad. Un jefe puede, naturalmente, dar órdenes directamente a alguna persona de su mando, es decir, que puede, si así lo prefiere, ignorar la cadena de mandos sucesivos y suprimir más o menos eslabones donde considere sea expeditivo hacerlo así. No obstante, el principio enunciado permanece en pie. Esta organización es apta para ser controlada fácil y eficientemente, ya que, por regla general, los distintos conductos jerárquicos no son transgredidos. Las órdenes escritas son lo mejor, porque un jefe que escribe sus órdenes indica que medita en sus problemas. Los mandatos claramente escritos son claramente pensados. Una orden siempre lleva en sí una responsabilidad, y se debe procurar que al llevarla a la práctica sea esa responsabilidad única y personal.

Mantenimiento de la disciplina.

Otro factor a controlar es la disciplina. Sin disciplina no puede existir ninguna organización; es su base. Un efectivo militar puede tener un jefe duro, rígido, o bien de disposiciones benignas, liberales. Pero no obstante ser de caracteres opuestos, siempre procurarán lo mismo: disciplina.

Una organización en que se produzcan quejas insatisfechas no puede funcionar bien. El arte de mandar consiste en que esas quejas no se originen; pero si se producen, el jefe ha de ser accesible a ellas y remediarlas en lo posible, pues no hay nada como esto para conseguir la anterior satisfacción, tan necesaria en toda institución.

Cuando un oficial o soldado acude al superior en demanda de una reparación, es prueba, generalmente, de que se siente agraviado. Supongamos que, por una u otra razón, no se le atiende. Entonces puede darse ocasión a que se produzca en él un estado de alta excitación emocional. En estos casos la técnica de mando a seguir, según mi modesto entender, será la siguiente. El superior permanece

cerá sereno, tranquilo y procurará calmar al agraviado. Se puede encontrar una excusa cualquiera de algunos momentos con objeto de que el inferior aplaque sus palabras y ademanes descompuestos, ajustándose a la realidad. Durante la exposición de sus quejas se evitará toda interrupción. Una vez oída a esta parte, llamar a todas las que hubieran intervenido en el asunto motivo de la reclamación, y cuando el superior tenga ante sí todos los hechos, tomar una decisión definida y concreta, o si necesita un cierto tiempo, fijar un plazo, dentro del cual tomará su resolución. Si ésta no satisface al agraviado, se le proporcionará, con agrado, ocasión de recurrir ante otro superior más elevado.

El jefe de una fuerza también tendrá, varias veces, que administrar justicia o censura. Toda la técnica se reduce a permanecer sereno, tranquilo, no mostrar pasiones irritadas, respetar los sentimientos de la persona juzgada y esforzarse en despertar reacciones positivas; esto es, nada de excitar ira, resentimiento o temor, sino lealtad y una firme determinación de obrar mejor en lo futuro.

Un jefe debe dispensar los elogios y alabanzas con discreción. Si se conceden demasiado libremente, pueden ser regateadas las virtudes encomiadas, y no hay nada tan desmoralizador como alabar al que no lo merece, sobre todo si se hace ante los compañeros, que le conocerán bien. Un buen método para ensalzar el trabajo de un soldado consiste en mencionarlo a un superior, haciéndolo de modo que el interesado pueda oírlo.

Hay quien piensa que la perspectiva de ascenso es un poderoso incentivo y que debe organizarse este ascenso de modo que sea posible en todas las situaciones del personal. Sin embargo, séanos permitido no estar conformes con esta teoría y ser partidarios acérrimos de la escala cerrada, ya que, aparte de la oportunidad que puede proporcionar a un individuo pasar delante de otro que tenga muchos más méritos que aquél, pero que no ha tenido ocasión de demostrarlo, y otros mil inconvenientes de la escada abierta (que no es oportuno mencionar) creemos que el individuo que necesita para portarse bien del estímulo del ascenso carece de espíritu militar, por ser éste meramente de abnegación; es decir, que hay que sacrificarse, arriesgarse en los actos más peligrosos sin pensar para nada en que luego se lo van a recompensar.

Ningún aspecto de la técnica del mando requiere más *savoir faire* que la resolución de las dificultades con los subordinados. Estas dificultades pueden surgir cuando aquellos últimos muestren o parezcan mostrar *deslealtad, prevención, inmoralidad, irresponsabilidad,*

incapacidad y ausencia o exceso de *iniciativa*. Para entender y corregir estos casos, el mando dispone de los Consejos de Guerra, arrestos, reprensiones, etc.

La *deslealtad* es frecuentemente difícil de concretar, y aun cuando uno sea desleal en un acto, puede no serlo en espíritu y ser sacado de su error. Una forma moderada de deslealtad, a veces vista en el Ejército, es cuando los subordinados tratan de forzar la acción de su jefe por medio de conversaciones irregulares o correspondencia con otros superiores sobre aquél y sin su conocimiento. Sería mala técnica del jefe tratar de suprimir tal actividad poniéndose al habla con quienes estuvieran (o lo creyera él así) en correspondencia con sus subordinados. Es mucho más sencillo y mejor para él procurar que todas las actividades de los que estén a sus órdenes se empleen en la prosecución de un fin común, haciéndoles saber éste, y, además, que considera repugnante y despreciable el promover ideas que tiendan a variar ese fin primordial.

La *prevención* se encuentra algunas veces en soldados veteranos. No es una falta, sino meramente un síntoma que indica que los pensamientos evolutivos y las nuevas ideas encuentran cerradas las puertas de sus cerebros. Esta cualidad es de tener en cuenta en sumo grado por la proverbial inercia y conservadurismo de los Ejércitos. Para evitarlo se debe abrumar a las tropas con demostraciones de las ideas nuevas, hasta que por la constancia y repetición se consiga desplazar a las viejas prevenciones y dar cabida a los nuevos procedimientos.

La *inmoralidad* debe, por supuesto, ser corregida prontamente, pero se ha de distinguir entre la inmoralidad deliberada y la débil moralidad del soldado de poca inteligencia. Este último puede ser salvado o corregido por la instrucción paciente y por la eliminación de tentaciones.

La *irresponsabilidad* en soldados nuevos puede ser debida a que sus superiores no le hayan imbuído con toda claridad las responsabilidades que se le hayan impuesto. Para su corrección se emplearán medidas educativas. Cuando se encuentre en soldados experimentados, que no tienen excusa, hay que recurrir al tratamiento disciplinario.

◦ La *incapacidad* no debería ser tenida en cuenta sino para modificarla. El jefe evitará añadir susto, temor, a una mentalidad ya confusa; investigará el grado de comprensión del subordinado, y con arreglo a él empleará sus actitudes.

La falta de *iniciativa* en los subordinados puede resultar cuando el que les mande les reste la suya propia en el más nimio detalle. El estímulo de la iniciativa se consigue, por el contrario, entregando los subordinados enteramente a sus propios recursos, teniendo cuidado en asignarles misiones, no procedimientos.

El exceso de iniciativa, particularmente de acción, no se puede consentir. El que mande frenará este exceso, mostrando a los subordinados demasiado celosos que la acción debe ser metodizada y que sólo a él corresponde la iniciativa. Sin embargo, bueno será que de vez en cuando admita o haga como que admite algunas ideas de los inferiores. Para los oficiales jóvenes es especialmente importante escuchar las indicaciones que les hagan otros oficiales más veteranos y experimentados, aun cuando luego obren conforme les dicte su leal saber y entender, con lo que la iniciativa quedará a salvo.

Para evitar el exceso de iniciativa se procurará que el inferior no se crea autorizado a criticar o transgredir las órdenes o prescripciones reglamentarias, cuando la situación en que se encuentre haya sido prevista por el superior, o a modificar órdenes recibidas creyendo obtener un mejor resultado.

Aunque el buen jefe reparte equitativamente con sus subordinados los elogios por el buen desempeño de cualquier empresa, no debe dudar en asumir toda la responsabilidad por los errores de aquéllos cuando las cosas resulten equivocadas. Si éstas resultan por mala interpretación, el que mande caerá en falta por haber dado instrucciones pobres o confusas. Si los errores son debidos a la ineptitud de los inferiores, el superior será responsable por haberles encargado de tal labor, para la que no son capaces. En cada caso el jefe aceptará para él solo la culpa o censura que sus superiores puedan imponerle y tratará de corregir las equivocaciones, rehaciendo sus instrucciones y escogiendo nuevamente su personal.

Podemos afirmar, pues, que la iniciativa no es una facultad sencilla de la cual se pueda usar a voluntad, sino más bien un factor muy importante y que toma siempre parte en el éxito, y como tal, hay que aceptarlo voluntariamente, pero disciplinándolo en justos límites, para evitar su exceso y malograr felices resultados.

La importancia de la iniciativa resulta, sobre todo, evidente si se considera que en el combate las situaciones son mudables, inciertas, confusas, con aspectos imprevistos y sorprendentes; así, pues, el comandante superior no podrá conducir la acción directamente, debiendo contentarse con dirigirla sumariamente, dejando al inferior en libertad de adaptar su propia acción a las vicisitudes

imprevistas de la situación, pero procurando siempre, con el máximo empeño, ajustarse a las órdenes del superior, salvando los obstáculos que se opongan a ello.

Desde tal aspecto, la iniciativa inteligente y disciplinada viene a ser un precepto reglamentario.

Mas tengamos en cuenta que la iniciativa es un arma de dos filos.

Preciosa, utilísima y conveniente cuando sea aplicada con disciplina; llega a ser perjudicial cuando sustituya la autoridad del comandante superior (que es el mayor responsable de la acción) por la voluntad del inferior (que es responsable en una esfera menor), ya que la responsabilidad del superior no debe ser repartida, por ser siempre íntegra y tanto mayor cuanto más elevado esté el comandante.

La iniciativa es un medio potente, cuanto peligroso, que debe ser dirigido y regulado, como toda fuerza física moral, pero, sobre todo, ciñéndole al grado jerárquico, de modo a establecer casi una iniciativa por graduación y con diversa amplitud, correspondiente a las distintas funciones y a la escala del mando. Es decir, que el precioso don de la iniciativa debe ejercerse en correspondencia con la esfera propia de acción, pero calculando bien las consecuencias.

Para ello el superior indicará el objetivo a perseguir, con lo que el inferior no podrá contrariar la orden y así dedicar toda su atención a conseguir tal objetivo, sin atender otras órdenes y sin temor de responsabilidad.

Es importante decir que la iniciativa no podrá considerarse como una fuerza centrífuga en relación con la fuerza centrípeta del comandante superior y que nunca debe conducir al inferior al aislamiento, al arbitrio o al capricho.

La iniciativa excluye la tendencia a las decisiones irreflexivas o inopinadas, así como constituye un saludable excitante del espíritu, porque alimenta la voluntad de cooperar, con intento de cohesión y subordinación.

En tal aspecto, la iniciativa viene a ser la garantía contra la negligencia, la irresponsabilidad o la inercia, y representa el mejor incentivo para obtener el máximo efecto útil de la ayuda mutua.

La iniciativa es indudablemente necesaria cuando una orden esperada no llega y urge tomar una decisión, o cuando ocurra hacer frente a una situación imprevista o distinta de la que conste en la orden recibida.

Un comandante, para poder calcular y decidir libremente una

operación, deberá cerciorarse de que sus inferiores cumplirán puntualmente sus órdenes, sin permitirse modificarlas a capricho, pues en tal caso un excelente concepto de acción puede fracasar.

En ese caso, si el superior sabe que los subordinados han de cumplir bien, les dejará en libertad para completar sus disposiciones, necesariamente sumarias; y los citados subordinados, convencidos de la capacidad del superior, seguirán sus órdenes con celo, inteligencia y devoción, sin abandonarse a la improvisación o al acaso.

No basta obedecer sencillamente, sino obedecer útilmente, interpretando las órdenes del comandante en el sentido justo y asegurando el éxito.

La iniciativa no debe ser aplicada egoístamente, según la particular conveniencia, tendiendo a que prevalezca la propia voluntad, sino inspirándose únicamente en el deseo de favorecer a la colectividad, con noble altruísmo y con devoción por la causa común.

Es, por tanto, la iniciativa inteligente, medida y oportuna una dote fecunda en felices resultados. Por ello, no se debe paralizar el espíritu de tal cualidad, sino alimentarle, excitarle y dirigirle con una educación apta para recoger los mejores frutos.

* * *

Indudablemente, habrá muchos lectores que se mostrarán disconformes con la técnica de mando expuesta en estas mal encauzadas líneas. No cabe duda que se puede llegar al mismo fin mediante el empleo de amplios y diversos métodos.

No defendemos la permanencia o fijeza de la conducta a seguir por el mando, ni podemos pensar que pueda consistir en la aplicación automática de unas cuantas reglas. Tiene que haber algo más: alguna cualidad, semejante a las vitaminas en el alimento, sin la cual el mando está incompleto, no está nutrido. ¿Qué ingrediente esencial es necesario?

Hubo una vez un capitán que le destinaron a una Compañía en que los oficiales vivían en una atmósfera de cierta informalidad. El capitán, al llegar todas las mañanas al cuartel y encontrarse con sus oficiales, aunque no era un fumador empedernido, solía decirles mecánicamente:

—Vamos a fumar un cigarro.

Al principio no se dieron cuenta de esta táctica, pero al repetir-se este acto en unión de otros análogos, un oficial exclamó:

—Lo que se propone el capitán es imponer su voluntad y hacerse respetar, obligándonos a hacer las cosas cuando él quiere, no cuando queremos nosotros, y a fe mía que lo ha conseguido, pues nos ha cambiado a todos.

Este capitán poseía la fórmula de la técnica de mando.

¿Tacto? ¿Habilidad?... Lo que corrientemente se llama dotes de mando. Unos las poseen. Otros no.

En el precedente artículo no se pretende otra cosa sino mostrar que la técnica de mando es susceptible de expresarse bajo una cierta fórmula. El jefe que trate de encontrar fórmulas para el mejor logro de su misión hallará gran beneficio en esta clase de ejercicios. Esto le preparará para encontrar siempre una solución en los problemas con sus subordinados. El estudio de la técnica de mando es un problema en el que hay que atender al planteamiento de luchas personales. Una ayuda para el que aspire a dirigir masas.

LEÓN CURA PAJARES.

Descubrimiento de aguas subterráneas

Introducción.

En la práctica profesional varias veces tuve ocasión de preocuparme del tema que encabeza estas líneas, cuyo conocimiento estimo útil a los compañeros, y muy especialmente a los zapadores, porque mientras en España no se plantee y resuelva eficientemente la organización de las tropas de Ingenieros en *unidades especialistas* han de ser las de zapadores las que, poniendo a contribución su capacidad técnica y alto espíritu de sacrificio, resuelvan, en las circunstancias ocasionales precisas, las dificultades que una organización, a mi juicio deficiente, no ha sabido prever. Dichos conocimientos han de ser útiles tanto en la paz como en la guerra, y en ésta mucho más, ya que en la mayor parte de los casos que se presenten, ante el imperativo de los hechos inaplazables, habrá de resolver con arreglo al bagaje científico de cada cual por la carencia de obras de consulta y tiempo para un estudio detallado del plan de perforaciones a reali-

zar para el descubrimiento de manantiales o de obras precisas para mejorar la captación de los existentes.

Es razonable suponer en el mando, como una de las ideas directrices básicas en la ubicación de los campamentos, la elección de lugares donde abunde el agua o sea fácil su captación con pequeñas obras que permitan disponer de ella en cantidad suficiente, y en el menor tiempo posible, para las atenciones mínimas del heterogéneo conglomerado que forman los campamentos. No siempre ocurre así, y es bastante frecuente, sin duda por razones de orden estratégico, que se elijan lugares donde se carece de tan preciado elemento, teniendo que recurrir entonces, como medio más inmediato de abastecimiento, al sistema de aguadas, que si en la paz resulta lento e insuficiente, en la guerra adquiere proporciones épicas y eleva al acemilero a las alturas de la heroicidad. En la mente de todos está el número de víctimas tan considerable que este sistema de las aguadas ha costado a nuestro Ejército de operaciones en Africa, a pesar de tratarse de una guerra irregular y de enemigo de armamento inferior al nuestro.

Estimamos, por tanto, obligación primordial e ineludible la exploración de los terrenos que, reuniendo buenas condiciones estratégicas, sean fácilmente aprovisionados de agua, bien por existir en él manantiales o corrientes superficiales aprovechables o bien por ser presumible la presencia de aguas subterráneas utilizables. ¿Y cómo conocer la presencia de aguas subterráneas utilizables? Contestar a esta pregunta va a ser el objeto de las siguientes líneas, pero antes de entrar de lleno en el asunto quiero refrescar ideas aprendidas en otros tiempos que, a la par que nos sirvan de grata recordación, sean básicas para una fácil comprensión a los que no han tenido formación científica. Procuraré en la exposición del tema hacer el menor uso posible de tecnicismos para que la verdad resulte clara a ojos profanos.

Origen del agua subterránea.

Desde la más remota antigüedad el problema del agua ocupó la la atención de la Humanidad, y ya Séneca afirmaba que "la aparición de un manantial merecía altares". Muy debatido ha sido el asunto del origen del agua subterránea, pero no se establecieron hipótesis—que en la actualidad se toman como ciertas—hasta el siglo pasado, en que el abate Paramelle sentó las bases de la Hidrología moderna. En toda la Edad Antigua y Media predominó la idea de

que el agua subterránea es de origen marino mediante el establecimiento de una corriente del mar a la tierra. Precisamente en sentido contrario a la que hoy se considera como cierta. Opinaban en este sentido Platón, Aristóteles, Lucrecio, Séneca y muchos más. Vitrubio, adelantándose a los investigadores de la Edad Moderna, dijo en el siglo I, en su *Tratado de Arquitectura*, que las aguas de las fuentes provenían de las de lluvia y de la nieve, idea que fué aceptada en el siglo XVI por Bernardo de Palissy. En el siglo XVII, Duner distingue dos clases de fuentes: las que se agotan en verano y las que no. A las primeras las atribuye al agua de lluvia, y a las segundas, les supone origen marino. En el siglo XIX, Degoussé, el abate Paramelle y Daubré, confirmaron definitivamente el origen de las aguas subterráneas, estableciendo, además, de un modo preciso, el ciclo circulatorio del agua en la Naturaleza.

Las superficies de los ríos, arroyos, lagos, mares, y aun la nieve, están emitiendo constantemente vapores bajo la acción del calor solar principalmente.

Cuando el aire en que estos vapores se difunden pasa del estado de saturación por cualquier causa, principalmente enfriamiento, los vapores acuosos se condensan en gotitas que caen a la superficie de la tierra en forma de lluvia o de nieve.

Una vez precipitadas estas aguas se dirigirán, obedeciendo a la gravedad, una al interior de la tierra y otra, por conductos superficiales y subterráneos, a las cuencas oceánicas. Y bien en su trayecto, o bien en el mar, las aguas se evaporan nuevamente, para recomenzar de nuevo el ciclo circulatorio. Por consiguiente se ve que, modernamente, se atribuye el agua subterránea a las precipitaciones acuosas de la atmósfera.

Es evidente que si conociéramos el agua caída sobre la superficie terrestre, la que va al mar por las corrientes superficiales y la que se evapora, podríamos determinar el caudal subterráneo. Bastaría restar de la primera la suma de las otras dos; pero no es fácil reunir los datos para esas evaluaciones, sobre todo para medir el agua que va al mar y la que se evapora. De todos estos valores, los que se aprecian con más precisión son los referentes al agua de lluvia, pero aun en éstos se prescinde de las aguas suministradas al caudal subterráneo por el rocío, sereno, escarcha, granizo y nieve.

De numerosas experiencias se deduce que el agua que pasa al interior de la corteza terrestre es un 30 por 100 del agua caída.

El hecho de que después de las grandes lluvias la capa terrestre que aparece mojada no pasa de dos metros de profundidad ha he-

cho pensar en otras causas de las aguas subterráneas, dando origen a lo que se conoce con el nombre de aguas de nueva formación y aguas fósiles. Parece un hecho indudable que el núcleo terrestre está emitiendo constantemente hidrógeno, nitrógeno y gases raros. El hidrógeno, bien reaccionando con óxidos de la litósfera o bien en contacto del oxígeno del aire atmosférico, daría lugar a las aguas llamadas *juveniles*. Hipotético, posible y sin evaluación hasta la fecha. Frecuentemente se encuentran aguas encerradas en verdaderas bolsas en la corteza terrestre, *aguas fósiles*, como ocurrió en el barranco de Ancín.

La abundancia del torrente subterráneo, realmente superior al que permite el agua caída y la consideración de que la altitud media del continente es de 700 metros y la profundidad media del mar es de 4.000 metros, hace pensar que no estaban muy descaminados los antiguos al atribuir origen marino al agua subterránea. Por el examen de la figura 1 se ve que las aguas que proceden del trozo *B C*,

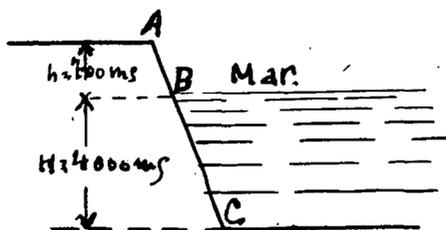


Fig. 1

representan mucho más caudal que las que salgan en *A B*, alimentadora de las corrientes superficiales. Por otra parte, los casos conocidos de manantiales que brotan por debajo del nivel del mar, son muy numerosos. Uno de ellos es el del golfo de Spezzia, donde a 1,50 metros de la orilla hay una surgencia de agua lo bastante considerable para formar una superficie abombada, de unos veinticinco metros de diámetro, que sobresale cuatro o cinco centímetros sobre el nivel general del mar. Los pescadores y muchas embarcaciones pequeñas hacen aguadas en este notable manantial. Otro tanto ocurre en nuestro litoral mediterráneo, frente a Peñíscola y, en general, en toda la costa de Alicante, Castellón y Valencia. En Canarias, donde las aguas superficiales son tan escasas, abundan los manantiales submarinos. Veamos ahora los conceptos necesarios para la marcha ordenada del tema que estoy desarrollando.

Estos conceptos son los de las

Capas freática y subálvea

que dan origen a las aguas de esos nuevos nombres.

El agua depositada en la superficie de la corteza terrestre pasa al interior de la misma, siendo absorbida por los terrenos de diversas maneras, según la naturaleza y el estado físico de las rocas que forman el suelo. El agua penetra por imbibición a través de los poros, por rellenos de huecos, estableciéndose una corriente lenta descendente o por las grietas o dioclasas, con velocidad comparable a las de las corrientes subterráneas.

Las aguas, en su descenso a través de terrenos permeables, llegan a impregnar terrenos menos permeables, disminuyendo, por consiguiente, la velocidad de filtración, lo que dará origen en estos terrenos menos permeables a una acumulación de agua en una zona variable en superficie y profundidad, constituyendo lo que se llama *capa freática*. Se le da este nombre porque de esta capa es de donde se extrae el agua de los pozos, que en griego se llama *Phreos*.

La cantidad de agua freática será tanto más abundante cuanto menos permeable sea el terreno inferior y más permeable el supe-

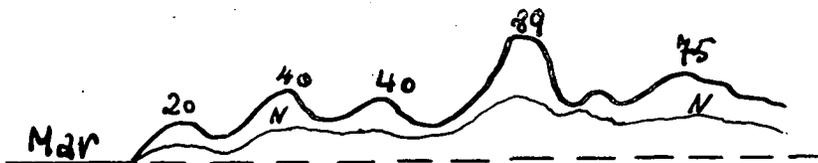


Fig. 2

rior. Si el lecho inferior de la capa freática es impermeable y el superior permeable, el agua podrá acumularse en grandes cantidades siempre que no existan accidentes—que más adelante veremos—que modifiquen el caudal de dicha capa. Así se comprende fácilmente que en terrenos muy cálidos, en los desiertos mismos, debajo de las arenas abrasadas, pueda haber agua freática en cantidad importante. Cerca del oasis del Tolga, en Argelia, plantan palmeras de dátiles en hoyos por debajo de una capa dura de yeso que recubre el subsuelo para que alcance con sus raíces las aguas freáticas.

En la capa freática, las aguas toman un nivel superior que raras veces coincide con el del suelo, porque la evaporación hace bajar dicho nivel a cota inferior. Este nivel superior recibe el nombre de nivel hidrostático o superficie piezométrica, que, en general, sigue

los accidentes del terreno si éste es homogéneo. Así se comprobó en las dunas de Gascuña (fig. 2), mediante la perforación de pozos a distintas alturas, que dió como nivel de las capas freáticas la superficie NN .

En el subsuelo de una llanura extensa y poco ondulada, los pozos tendrán todos, aproximadamente, la misma profundidad, siendo la superficie hidrostática horizontal sensiblemente. En un terreno abarrancado, de forma irregular, los pozos alcanzarán el nivel freático en las depresiones a poca profundidad, dándose casos como el

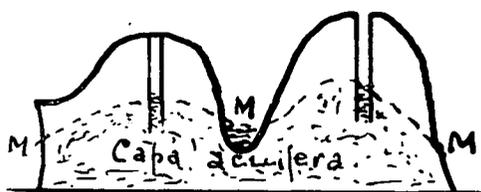


Fig. 3

representado en la figura 3, en que el agua aflora a la superficie. En las divisorias, los pozos serán de más profundidad. En el caso de una meseta no muy extensa entre dos valles (fig. 4), la capa freática toma una forma lenticular AMB , y el nivel que alcanzaría el agua en los pozos no sería el que corresponde a su intersección con la superficie hidrostática AMB , sino el que corresponde a la AM .

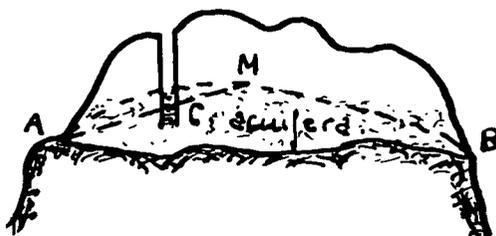


Fig. 4

Esto se funda en la teoría de los vasos comunicantes con desagüe inferior, de lo que daremos una ligera idea al hablar de los pozos artesianos.

Todas estas características generales son muy interesantes y conviene tenerlas siempre presentes en la busca de aguas subterráneas, así como que, dentro de estas condiciones generales, el nivel hidros-

tático estará más bajo en los terrenos hendidos o muy permeables que en los arcillosos o de poca permeabilidad.

Dicho nivel variará también con el clima, siendo más profundos en los secos y cálidos que en los frescos y húmedos. Se eleva después de los grandes temporales y desciende con las sequías prolongadas.

Fácilmente se comprende que las alternativas de terrenos permeables y terrenos menos permeables se pueden ir sucediendo, dando lugar a varias capas que también se denominan freáticas, a niveles inferiores unas de otras. Deubrés cita el caso de Fustemfeld, donde los pozos atraviesan hasta seis capas freáticas con sólo una profundidad de 20 metros.

Un caso muy importante de aguas freáticas es el que se presenta en el fondo de un valle. Los valles tienen, generalmente, la forma de V, más o menos abierta, como se ve en la figura 5. Los detritus

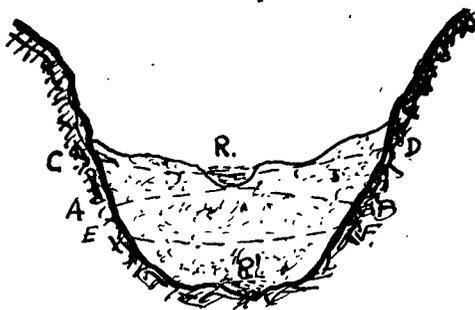


Fig. 5

arrastrados al fondo, procedentes de las laderas, irán rellenando el fondo del valle formando una capa de materiales detríticos, que por su formación será muy permeable y que, en unión del fondo, que es menos permeable, dará origen a una capa freática. Como por la superficie del valle se abre, generalmente, el álveo de un río o de un arroyo a la corriente freática, en este caso se la llama *subálvea*. El nivel de las aguas subálveas puede presentar tres casos diferentes. En los grandes valles el nivel de las aguas subálveas es el mismo que el de la corriente externa subiendo y bajando con él. Tal es el caso de *A B* de la figura 5. En el caso de valles muy profundos y con gran relleno el nivel de la capa subálvea puede ser el *C D*, resultando que, entonces, la corriente externa se alimenta también con agua de la capa subálvea. Por último, en los valles ordinarios, de medianas dimensiones, el nivel subálveo es inferior al de la corrien-

te externa que le suministra parte de su caudal. Tal ocurre en el caso *EB* de la figura 5.

Si el terreno en que se abre el valle es bastante impermeable y poco fracturado, como suele ocurrir en los valles de erosión, en la zona de contacto del terreno detrítico con el fondo del terreno del primitivo valle se forma una corriente subterránea, *R'*, que a veces tiene más importancia que la superficial. El abate *Paramelle* elevó a regla absoluta este caso y afirmaba que siempre existía la corriente subterránea aun en aquellos valles en que faltaba la superficial. Esto no puede afirmarse para todos los casos, ni mucho menos. En los valles debidos originariamente a fallas, pliegues o hundimientos de los terrenos, los materiales primitivos presentan con frecuencia fracturas que tapan los materiales detríticos por donde se escapan las aguas subálveas, siendo inútil todo intento de encontrar aguas subálveas en esas condiciones.

Tanto las capas freáticas como las subálveas pueden alimentar capas más profundas, dando origen a caudales subterráneos de nivel inferior; pero en realidad estas capas profundas, más bien resultan alimentadas directamente por terrenos más porosos y por las fallas o grietas de las rocas que, en general, reciben el nombre de litoclasas, dando lugar a una red interior descendente formada por pequeños canalillos que al tropezar con una capa impermeable dan lugar a las corrientes subterráneas, que circularán en la dirección que la formación de los estratos permita, con velocidades muchísimo más pequeñas que las corrientes superficiales. Estas velocidades son tan pequeñas que muchos autores dan el nombre a estas corrientes de mantos o lagos subterráneos.

La distribución de las aguas subterráneas se hace en forma análoga a las superficiales, y así, en las capas acuíferas subterráneas abundan poco los lagos y mucho las corrientes. Estas corrientes pueden sufrir influencias muy considerables en su régimen circulatorio al tropezar con litoclasas. Las surgencias de caudales profundos, la extinción de la capa acuífera, la aparición de aguas termales, están siempre en relación estrecha con los sistemas de fallas de una región que es muy interesante conocer. Cuando se producen fenómenos capaces de originar fallas, como los terremotos, es muy frecuente la aparición de manantiales donde no existían; la pérdida de algunos de los existentes, el cambio de caudal de otros, etcétera, etc.

A la presencia de fallas se debe muchas veces la pérdida de ríos superficiales, aunque también puede ser debido a que la corrien-

te atreviese una región de fractura o simplemente una zona muy permeable. Son conocidas las pérdidas de muchos ríos en este sentido, entre ellos, el Ródano, el Fluvia, el Guadiana, el Bisoño, el Pisuerga, etc.

El estudio de estas pérdidas y su relación con sus resurgencias, se puede hacer disolviendo fluorosceína en las aguas antes de su pérdida, y se podrán conocer a su salida por el color azul que toman. La fluorosceína se aplica a la resolución de muchos problemas de circulación de las aguas. Fué descubierta por Von Baeyer y se emplea en estas aplicaciones desde 1887, sin que los sucedáneos con que se la ha tratado de sustituir hayan dado mejor resultado. Es visible en agua a simple vista en la dosis de un gramo por cuatro mil litros de agua. Con el fluoroscopio de Trillat se delata en la proporción de un gramo por cada diez millones de litros de agua. Se echa a las aguas que se quieran estudiar en disolución bastante diluída, mezclada con amoníaco. Da un color verde brillante, que desaparece con la luz solar. No es tóxico.

Al tropezar la corriente subálvea o freática de un valle con li-

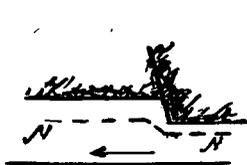


Fig. 6



Fig. 7

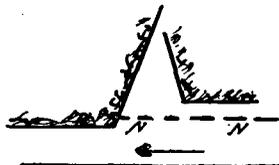


Fig. 8

toclasas pueden producirse acciones interesantes. En la figura 6 se ve que la corriente desaparece en su totalidad al encontrarse con una falla que tiene el labio de aguas abajo levantado. En la figura 7, falla ciega, el nivel se eleva, y en la figura 8, el nivel desciende.

La acción erosiva de las aguas combinada con las grietas de las rocas, da lugar a las cavernas que, principalmente, se forman en los terrenos calizos.

Capas acuíferas profundas.

Prescindiendo de las capas freáticas y subálveas se nos pueden presentar capas acuíferas profundas que, en general, son más caudalosas que las freáticas. Si al hacer la perforación las aguas ascienden solas a la superficie o saltan por encima de ella, reciben el nombre de artesianas. Generalmente se da este nombre a las capas

profundas de 60 metros en adelante, en que las capas acuíferas son inexplotables por los procedimientos ordinarios. Idea de las aguas artesianas nos la formaremos fácilmente de este modo: Tomemos un tubo acodado, $B K C$ (fig. 9), y llenémosle de una sustancia permeable, arena, por ejemplo. La arena representa la capa filtrante o estra-

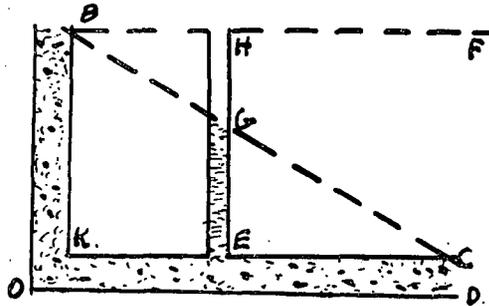


Fig. 9

to permeable, y las paredes del tubo las capas impermeables. Si tapamos en el tubo el extremo inferior, $C D$, el agua sube por el tubo $E H$ hasta tomar el nivel $H E$. A este nivel se le denomina nivel hidrostático del líquido en reposo. La carga de todos los puntos de la rama horizontal sería la misma $K B$. Si abrimos la rama inferior, el agua saldrá por $C D$, y el nivel en el tubo $F H$ desciende hasta G , siendo $G F$ la carga de agua o nivel piezométrico. La carga de agua en C será nula. En K , es $K B$, luego $B C$ representa la línea de carga o de niveles piezométricos de la rama horizontal del tubo. Vemos, por tanto, que en todo el trayecto $K C$ tendríamos agua artésiana.

Análogamente a lo explicado es el fenómeno de las aguas artesianas en la Naturaleza. Si consideramos un valle (fig. 10), en que

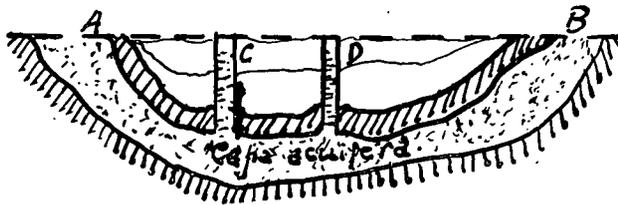


Fig. 10

los bordes del estrato permeable afloran a lo largo de las estribaciones de las montañas que rodean el valle, absorberán el agua por A y B . El lecho permeable se saturará de agua y constituirá un gran

depósito subterráneo de donde puede obtenerse agua artesiana practicando perforaciones en puntos más bajos que los afloramientos. Por ejemplo, en *C* y *D*, y si los tubos subieran hasta la línea *AB*, hasta esa altura subiría el agua.

En el caso de la figura 11, que representa una capa permeable

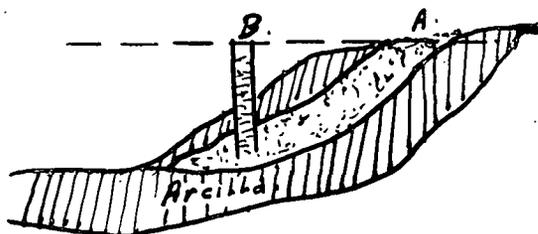


Fig. 11

aflorando solamente en un extremo y sumergiéndose en un banco arcilloso impermeable, donde disminuye de espesor, tendríamos agua artesiana en *AB*.

En la figura 12, la capa permeable *ANB*, se halla interrumpi-

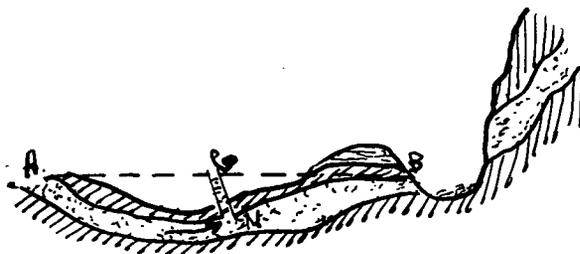


Fig. 12

da por el cauce de un río, presentando en *B* el afloramiento inferior de la capa acuífera, y siendo superior el afloramiento; la línea *AB* nos dará los niveles piezométricos correspondientes al agua en movimiento, siempre que por *B* salga la misma cantidad de agua que entre por *A*, pues si el caudal de salida fuese menor, la línea de carga *AB* se elevará girando alrededor del punto *A*. Por consiguiente, en el punto *G* obtendríamos agua que subiría, por lo menos, hasta *G*. Influidando mucho la mayor o menor extensión de las zonas de absorción de las capas acuíferas debemos procurar ver cómo estas zonas afloran en las partes altas de las cuencas.

En resumen, las condiciones necesarias para que existan aguas artesianas son:

- a) Una capa permeable que absorba y permita el paso de agua a través de sus poros.
- b) Encima y debajo de esta capa permeable, estrato relativamente impermeable.
- c) Afloramiento de los bordes de la capa acuífera o estrato permeable en puntos más altos que los del emplazamiento elegido para los pozos.

ROQUE ADRADA FERNÁNDEZ.

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

El problema de la Estratosfera.

y IV

El ozono en la atmósfera.—En la Memoria, que se ha citado, de los físicos Lindemann y Dobsen sobre la necesidad de admitir una mayor temperatura en las altas capas de la atmósfera, se indicaba como causa probable de esa temperatura, la absorción de la radiación solar por el ozono de esas capas.

En efecto, los físicos Fabry y Buisson han estudiado el papel del ozono en la absorción atmosférica y han llegado a la conclusión de que a pesar de su ínfima proporción (próximamente de 0,053) es el que ejerce la mayor influencia sobre la absorción atmosférica, siendo ésta decisiva en la región del ultravioleta, puesto que todas las rayas de absorción del espectro se reproducen interponiendo ozono en el trayecto de un rayo luminoso.

Por otro lado, la mayor parte del ozono existe en las altas regiones de la atmósfera, lo que se explica, no solamente porque se forma por la acción de la radiación solar sobre el oxígeno y, por tanto, en donde primeramente es recibida esta radiación, sino también por la gran actividad química del ozono, que le hace combinarse en seguida en los múltiples fenómenos de oxidación en las capas inferiores de la atmósfera.

Por otro lado, las radiaciones ultravioletas de la región comprendida entre los 2.000 y 3.000 *angstroms* descomponen el ozono. Se

llegará, pues, a un cierto estado de equilibrio entre el ozono formado, el descompuesto y el que, por su mayor densidad desciende, aunque lentamente y va siendo consumido por las acciones oxidantes.

El cálculo de la altura de la capa más abundante de ozono y de su espesor *virtual*, ha sido hecho por MM. Cabannes y Dufay, habiendo obtenido una media de 50 kilómetros y 3 milímetros, respectivamente.

Esta ligera capa de ozono, gracias a su gran poder absorbente, detiene la radiación solar perjudicial para la vida de los seres terrestres, pudiendo decirse que, sin ella, no serían los mismos de ahora los seres que vivirían sobre nuestro planeta.

Probablemente, la capa citada, llamada de Fabry y Buisson, representa una concentración del ozono, formado en capas mucho más elevadas de la atmósfera, que ha descendido por su mayor densidad.

Se ha tratado de establecer relaciones entre el estado del tiempo en la troposfera y las variaciones de la cantidad de ozono en la capa de que se viene hablando, sin que se hayan obtenido resultados concluyentes. Es más: según se indicará después, no es necesario recurrir a acción alguna de la atmósfera superior para explicar los fenómenos del tiempo en la troposfera y más bien se verifica lo contrario.

La ionización y conductibilidad atmosféricas.—En cambio sí existe otro fenómeno ligado al de la formación del ozono y que es de gran interés para algo tan práctico y de tanta utilidad como la radiocomunicación: nos referimos a la ionización previa del aire, que, a su vez, influye sobre la conductibilidad eléctrica de la atmósfera.

Esta conductibilidad, como es sabido, va aumentando con la altura, según se ha comprobado por las mediciones directas hechas en Alemania hasta los nueve kilómetros y también por aparatos registradores en diversos países.

De estas mediciones resulta que la atmósfera, a este respecto, presenta grados diferentes de ionización a diferentes alturas y es por la reflexión de las ondas electromagnéticas en estas capas, interviniendo la de cada altura según la longitud de onda, como se verifica la propagación de las ondas comprendidas entre 1 y 100 metros de longitud, existiendo la principal capa, llamada de Heaviside, a la altitud media de los 100 kilómetros, así como la de Appleton a 225 y otras capas más elevadas admitidas por otros físicos.

La radiación cósmica.—El fenómeno de la ionización y conductibilidad atmosféricas que acabamos de mencionar ha sido tratado

en esta Revista recientemente, con gran acierto y claridad, por el comandante del Cuerpo Montaud y, a sus artículos nos remitimos, limitándonos a indicar aquí que, además de las radiaciones solar y terrestre como causa de la ionización, está la radiación *ultrapenetrante*, de pequeñísima longitud de onda, cuyo origen no se conoce bien y que se llama *radiación cósmica* por creerse que procede del *Cosmos*, en general y no de astro o astros determinados.

La longitud de onda de esta radiación ha sido medida en los Andes por Millikan y Cameron, con cuyos nombres se suele también designarla, resultando más allá de los rayos X y de los γ del *radio*; y como existe, tanto de día como de noche y no tiene dirección de propagación determinada, se la ha atribuido, como antes se dice, un origen cósmico.

Uno de los principales estímulos para la ascensión estratosférica de M. Piccard ha sido precisamente la medición de estas radiaciones sin que hayan sido decisivas las conclusiones de estas mediciones, se ha podido apreciar que no existe a grandes alturas la radiación γ del radio, lo que parece confirmar el origen cósmico de las radiaciones; pero, en cambio, la conductibilidad encontrada ha sido inferior a la del límite de la troposfera, lo que se explica porque la conductibilidad es debida a la descomposición de los átomos de la materia por la acción de las radiaciones y siendo el aire superior muy enrarecido, existe menos materia y, por tanto, menor intensidad de los efectos secundarios que acompañan a la radiación propiamente dicha.

Por otro lado, esta radiación viene de *todas partes*, es decir, es convergente y este hecho se relaciona con algo más trascendental que todo lo que se va exponiendo, que es la constitución del Universo; pues, en efecto, admitiendo que el Universo es finito y curvo, como ocurre tanto en la concepción einsteniana, por cierto bien discutida hoy y, mejor, en la concepción hipergeométrica del teniente coronel Herrera, expuesta en el MEMORIAL de 1916 y 17 y completada recientemente con nuevos aspectos interesantísimos en los *Anales de Física y Química* del mes de febrero último; admitida dicha concepción, la radiación cósmica sería el residuo de todas las radiaciones de todos los cuerpos del Universo tridimensional emitidas desde hace millones de años y, como es lógico, ese residuo será lo más penetrante de la radiación, puesto que no ha sido absorbido por ninguno de los obstáculos encontrados en su camino.

De aquí el interés de las mediciones para comprobar su igualdad de intensidad en todas las direcciones y, al mismo tiempo, se

ve que será interesantísimo el realizar esa medición al aire libre y sin obstáculos de ninguna especie.

Ultimas opiniones sobre la distribución vertical de la temperatura.—Según se ha manifestado ya, el efecto de la absorción de las radiaciones por el ozono de la capa Fabry-Buisson produce un gran desprendimiento de calor, que representa el equivalente de la energía de la radiación absorbida cuando no hay transformación interna del absorbente.

Por otro lado, el vapor de agua, que se creía antes confinado en la troposfera, según los últimos descubrimientos de los hombres de ciencia suecos y noruegos, entre ellos el ilustre Störmer, existe también en la estratosfera y siendo igualmente absorbente, su absorción determinará elevación de temperatura.

Asimismo, el polvo de las grandes erupciones volcánicas, proyectado hasta las capas de la estratosfera, determinará, con su absorción de la radiación solar, elevaciones de temperaturas; los movimientos de descenso del aire en la estratosfera, de que ahora se hablará, son igualmente otro origen de calor por la compresión adiabática; todo ello explica bien la posibilidad de que puedan existir temperaturas sobre las que no hace mucho no se tenía ni la más remota idea.

Recientemente ha sido encontrada, al interpretar los sondeos con meteorógrafo lanzado en globo sonda desde el observatorio de Uccle, dirigido por Mr. Jaumotte, la temperatura de -21° a la altura de 20 kilómetros, en lugar de los -50° que normalmente se han registrado a estas alturas, lo que se ha atribuído al polvo de las erupciones volcánicas.

Se comprende que tiene que influir de modo extraordinario en una ascensión estratosférica una elevación de 30° en la temperatura del aire, por la disminución consiguiente de fuerza ascensional.

Y para terminar con este asunto de la temperatura, he aquí las dos ideas predominantes sobre la distribución de ese elemento en la altura.

En la primera se admite que existe un máximo, como marcaban las curvas *A* y *B* de la figura 2 del artículo III en el número anterior de esta Revista.

En la segunda se supone que la temperatura crece continuamente con la altura.

Lo que es admitido por ambas tendencias es que a 50 kilómetros la temperatura es de 300° A, de acuerdo con las curvas de

Gowan y la evaluación de Lindemann y Dobson, resultados bien diferentes a lo que se creía hasta hace poco.

Circulación estratosférica.—Se creía antes que el aire, en las capas superiores, solamente tenía movimiento horizontal y que se hallaba como en un estado de reposo, sin participar apenas de los grandes movimientos del aire inferior.

Nuevos hechos y más profundos estudios han conducido a otras concepciones.

En primer lugar, de los datos de mediciones de viento resultan las velocidades variables con la altura, con arreglo a las curvas del doctor Peppler relativas a Europa occidental y central, figura 1,

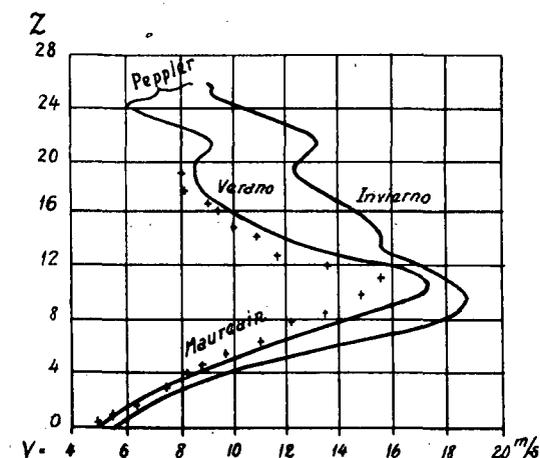


Fig. 1

según las cuales la velocidad del viento va aumentando hasta el límite de la troposfera y disminuye desde la entrada en la estratosfera. Sin embargo, según mediciones en las altas capas parecen acusarse velocidades de viento bien superiores a las contenidas en las curvas de Peppler; Störmer ha creído medir hasta 75 metros por segundo; la lluvia de meteoritos del pasado otoño ha permitido también adivinar velocidades fantásticas; claro es que el viento que existe en las altas capas de la atmósfera no es el viento tal como se entiende en la superficie: es la agitación interna del viento, de la cual se sabe bien poco a esas alturas; por otra parte, del hecho de la rotación de la Tierra, en las altas capas de la atmósfera existe un viento del Este que indica, como ya se dijo, la participación, cada vez menor, que la atmósfera superior toma en la rotación terrestre.

Otra circunstancia también recientemente descubierta es la existencia de movimientos verticales en la estratosfera, a lo menos en la estratosfera inferior, de tanta importancia, si no mayor, que la de las corrientes de convección en la troposfera y que quizá sean la causa de uniformidad de composición del aire en toda la altura.

En la imposibilidad de exponer de un modo completo las teorías de la escuela noruega sobre la formación y evolución de los grandes meteoros que constituyen el conjunto de la circulación atmosférica, expondremos, en síntesis, las ideas más esenciales.

Es postulado de la escuela noruega que, a diferencia de lo que admitía la escuela alemana, patrocinada por Ficker, de que las modificaciones de la estratosfera eran la *causa* de los fenómenos del tiempo que *sentimos* en la superficie, por el principio de que "pequeñas causas arriba, grandes efectos abajo", a diferencia, decimos, de esta escuela, admiten los meteorólogos noruegos Tor Bergeron, Refsdal, etc., que en la troposfera o más aún, en la mitad inferior de ella, existe la causa de los *grandes meteoros* bajo la forma de energía de *labilidad*, es decir, energía potencial procedente de la *estratificación no estable* de las capas inferiores a consecuencia de la ley de distribución de la temperatura.

Es evidente que la presión disminuye con la altura, haciendo al aire más ligero; igualmente actúa el vapor de agua en disolución; es evidente también que la disminución de temperatura que existe con la altura haría el aire más pesado si no disminuyese la presión; se comprende que pueden existir condiciones de presión y temperatura que hagan la atmósfera inestable, de tal modo que una pequeña causa ponga en juego cantidades enormes de energía, en cuanto se inicie el movimiento vertical del aire, para llegar a una estratificación estable.

Esto es lo que en la realidad sucede: el aire es acelerado por la energía potencial, que se transforma en activa en cuanto se inicia la evolución y, es precisamente la rotación de la Tierra, produciendo el efecto desviante debido a la aceleración de Coriolis, que se manifiesta en los movimientos de arrastre que tienen rotación, la que hace que las manifestaciones de dicha energía activa sean diferentes; en las regiones ecuatoriales, donde la aceleración desviante es nula o pequeña, esa energía se manifiesta en corrientes ascendentes enérgicas y distribuidas con relativa uniformidad, que son las que producen los aguaceros y chaparrones característicos en toda estación de la zona ecuatorial; en las regiones extratropicales, determi-

nando, por la desviación importante del aire, descensos de presión locales y los ciclones o depresiones, cada vez más extensos, al alejarse del Ecuador.

Es en el modo particular de manifestarse la energía en los ciclones en donde se encuentra la causa de la circulación vertical de la estratosfera.

En efecto, al ascender el aire en el centro de un ciclón, animado además de la rotación alrededor de ese centro, es acelerado en su movimiento por la energía creciente liberada por la estratificación inestable o *lábil* de la atmósfera; ello hace que la cantidad de aire que *sale* divergentemente del ciclón en las capas superiores sea mayor que la que *entra* convergentemente en las capas inferiores, a lo que también contribuye el rozamiento; el vacío relativo que se forma determinará un descenso de la capas superiores, como indica la figura 2, es decir, que en la estratosfera se *sentirán* los fenóme-

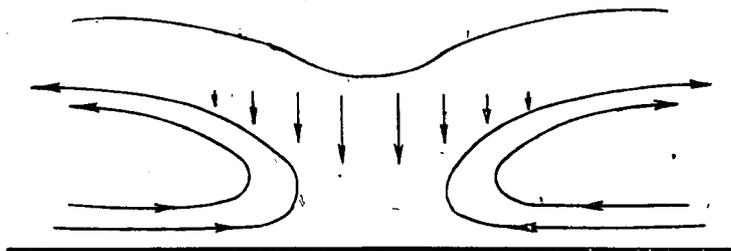


Fig. 2

nos de la troposfera, al revés de lo que resultaba en la escuela, que admitía ser la ondulación de la estratosfera la *causa* de los fenómenos inferiores.

Se ve, según la sucinta explicación dada, que la tropopausa estará *por debajo* de su posición normal sobre el área central de los ciclones, como han comprobado los trabajos de Palmén, quien ha encontrado ser los 5,1 kms. el límite inferior posible del principio de la tropopausa con un descenso de 4 kms. desde su situación normal; a esa altura, la temperatura se observó ser de -30° , y puesto que el aire descendía desde 4 kms. de altura, la compresión adiabática le hubiera calentado hasta -15° ; y, por tanto, al ser de -30° la temperatura observada, había experimentado un enfriamiento de 15° ocasionado por la radiación, muy activa, en un aire con poca cantidad de vapor de agua.

Este aire que es así enfriado no puede volver a la estratosfera;

sino que pertenece ya a la troposfera, regenerándose después la tropopausa a su altura normal por el efecto continuado de la radiación, muy activa, en los límites de la troposfera, como han demostrado los trabajos de Albrecht (1931).

Claro es que esta pérdida de aire de la estratosfera ha de estar compensada por una adición en otros lugares y ello ocurre sobre los anticiclones y en la región ecuatorial.

En los primeros, en las capas superiores y por mecanismo inverso al de los ciclones, el aire superior es elevado y precisamente por ello, a temperatura *inferior* a la del equilibrio de radiación, ésta producirá sobre él un calentamiento y así se regenerará la tropopausa a su altura normal, quedando una cantidad de aire perteneciendo a la estratosfera, cuyas circunstancias se representan en el esquema de la figura 3.

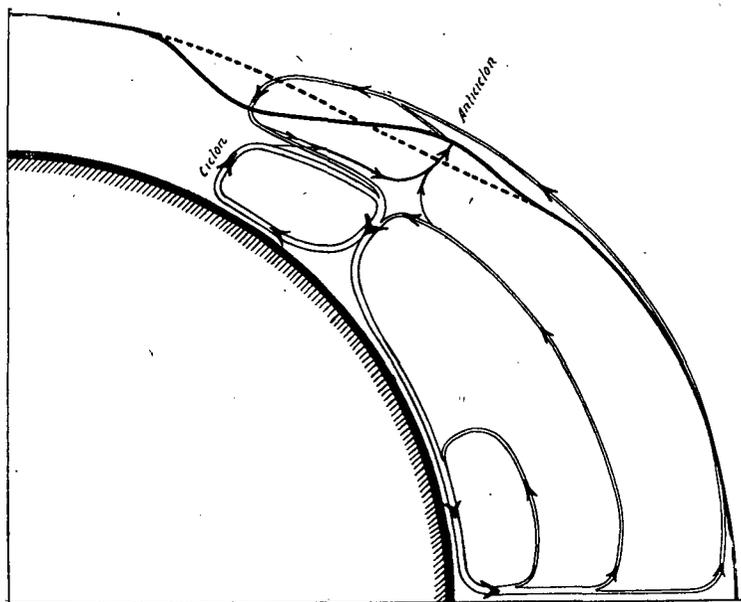


Fig. 3

Sin embargo, el mayor transporte de aire hacia la estratosfera tiene lugar en los trópicos, en donde la convección energética hará llegar el aire hasta gran altura con temperaturas muy bajas, inferiores a las de equilibrio de radiación, el cual producirá un calentamiento de manera que quedarán formando parte de la estratosfera siempre nuevas cantidades de aire inferior.

Nubes nacaradas.—Resulta del mecanismo anteriormente explicado que en las regiones de la Tierra muy frecuentadas por las grandes depresiones existirán movimientos descendentes del aire desde grandes alturas por la acción de llamada continua provocada en el centro de los ciclones y así se admite que este descenso del aire vendrá desde la capa de ozono a 50 kms. de altura.

De este modo, el aire venido desde regiones en las que la temperatura es elevada, experimenta un gran enfriamiento al llegar a capas más bajas, cuyo enfriamiento determinará la condensación del vapor de agua formando nubes, las cuales, en efecto, han sido observadas, dándolas, por su aspecto especial, parecido a perlas con irisaciones, el nombre de *nubes nacaradas* (Perlmutterwolken).

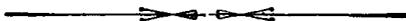
Se han observado especialmente sobre la región escandinava, lo que se comprende bien por estar esta región en una de las rutas más frecuentadas por las depresiones que abordan Europa y por las mediciones fotogramétricas efectuadas por Sörmer, se encuentran estas nubes a alturas entre los 20 y los 30 kms.

Estos hechos obligan a admitir, al menos hasta la capa de ozono, una cantidad de vapor de agua y una actividad de circulación vertical que hasta hace poco era insospechada. (Las mediciones de las nubes nacaradas han sido hechas en 1932.)

Las condiciones de condensación a estas alturas no son bien conocidas aún, pero parece ser que actúan de núcleos los iones eléctricos y que el tamaño de los elementos de la nube es muy pequeño, probablemente de 0,0017 milímetros, como corresponde a los fenómenos ópticos de irisación observados.

Conclusión.—Con lo expuesto damos por terminada nuestra breve exposición del problema de la estratosfera, que, como se ve, presenta suficientes enigmas para que atraiga y excite la curiosidad humana y, sobre todo, para que se trate de poner en claro si las condiciones de la estratosfera serán tales que realmente el vuelo estratosférico sea de condiciones de ejecución, desde el punto de vista meteorológico, superior o no al vuelo troposférico, lo que, por lo expuesto, está bien lejos de ser evidente.

C.



REVISTA MILITAR

Bombas incendiarias. (Luchtmacht. Noviembre 1933).

Durante las últimas conferencias del desarme se ha presentado una moción que tiende a prohibir, en caso de guerra, el uso de medios incendiarios.

Desde los tiempos más remotos el fuego ha sido empleado como un medio de combate y es muy probable que se sirva de él más que nunca en una guerra futura.

Las primeras bombas incendiarias, aparecidas en 1914, eran de construcción rudimentaria. Fueron rápidamente perfeccionadas y, de una manera general, se limitaron a dos tipos de bombas: un tipo pesado (más de 10 kilogramos) para objetivos resistentes, un tipo ligero (0,2 a 5 kilogramos) para bombardear grandes extensiones.

Productos incendiarios.

Se les puede clasificar en tres categorías:

1.ª Productos que arden en el aire:

Estos productos exigen tan sólo un encendido apropiado para alcanzar su temperatura de combustión y continuar ardiendo combinándose con el oxígeno del aire. Tales son: el fósforo amarillo, el benzol, la parafina, el aceite mineral.

En un principio el fósforo amarillo era considerado como el producto incendiario por excelencia; su poder incendiario no es, sin embargo, muy grande, y el procedimiento es cruel porque las quemaduras de fósforo son casi incurables.

La sosa metálica ha sido menos empleada en las bombas; hay que tener en cuenta que es peligroso pretender apagar la sosa inflamada con agua.

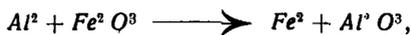
2.ª Mezclas de combustión espontánea:

Los ingleses han empleado un producto a base de fósforo que, por la cantidad de benzol que contiene, producía un efecto incendiario considerable. Este producto contiene benzol, fósforo, mazout y trotil.

3.ª Mezclas de materias oxidantes y oxidables:

Su característica es producir por sí mismas el oxígeno necesario para su combustión. Un simple encendido en un punto provoca la combustión, independientemente del oxígeno del aire. Se les puede considerar como *explosivos de combustión lenta*.

A esta categoría pertenece la *termita*. En principio es una mezcla de óxido de hierro y aluminio que, bajo la acción de un cebo, se combina en hierro y óxido de aluminio.



desprendiendo un violento calor que puede llegar a 3.000 grados centígrados. La *termita* ha sido empleada con éxito durante la guerra.

La bomba *electrón* trastorna actualmente la técnica de la bomba incendiaria.

El *electrón* es una aleación de 40 por 100 de magnesio y 60 por 100 de alu-

minio. Este metal se funde de 625 a 650 grados y arde desprendiendo una luz blanca y deslumbradora y un gran calor. Una bomba de *electrón* rellena de *termita* no contiene más que materias activas y desarrolla, durante la combustión, una temperatura de 2.000 a 3.000 grados.

Un proyectil de un kilogramo tiene una gran eficacia; su peso permite al avión llevar un número considerable de bombas y limita la penetración de la bomba a los pisos superiores de los edificios.

La extinción de las bombas *electrón* es muy difícil. El agua no produce efecto alguno; el tetracloruro de carbono, generalmente empleado en los extintores, produce poco efecto; en cambio es peligroso, pues en contacto con el metal en fusión produce fosgeno. La arena seca es el único medio eficaz empleada en gran cantidad.

El fósforo y la sosa exigen también medios de extinción especiales.

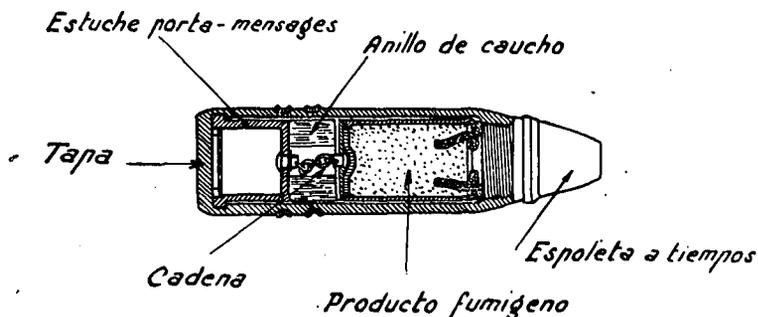
Todo esto demuestra cuán difícil será la lucha contra las bombas incendiarias y lo que importa conocer este peligro para no exponerse a una sorpresa desmoralizadora.

U.

La granada Lanza-mensajes. (Ver "Deutsche Wehr" del 25 octubre 1933).

Los franceses acaban de adoptar la granada lanza-mensajes B. L. M. (Bou-rinión, Larde y Moulin), destinada al enlace entre la Infantería y los carros ligeros de combate.

La granada consiste en un cuerpo hueco que contiene un producto fumífero y un estuche metálico que encierra el mensaje. Este estuche se introduce por el fondo de la granada, cerrado por medio de un tapón roscado. Una cadenilla liga el recipiente de pólvora fumífera al estuche. Entre los dos, un anillo de caucho sirve de amortiguador.



En la cabeza de la granada se fija una espoleta, a tiempos, con graduación, para acomodarla a las distancias. La granada se lanza por el pequeño cañón de 37 milímetros, de que van armados los carros. Estalla en el aire a la distancia requerida. La explosión comunica el fuego al producto fumífero, cuyo recipiente cae a tierra arrastrando el estuche porta-mensajes, revelando el punto de caída una nubecilla de humo.

Peso de la granada, 585 gramos; calibre, 37 milímetros; velocidad inicial, 320 metros por segundo.

U.

CRONICA CIENTIFICA

El carburante "Italia".

La *Societa Carburanti Italia*, de Milán, ha ideado un nuevo procedimiento para la manufactura de combustibles líquidos con gran contenido de alcohol. El nuevo método, descrito por S. Doldi en el *Giornale di Chimica Industriale ed Applicata*, está basado en una descomposición térmica. Una mezcla de 32 partes de metanol y 68 partes de benzol bruto, por ejemplo, es de las más convenientes. Esta mezcla, de la cual sólo un 23 por 100 destila antes de los 60° C, es completamente inadecuada para los motores ordinarios de explosión. Haciéndola pasar, sin embargo, en chorro finamente dividido, entre cilindros de hierro calentados a 500° C, y condensando rápidamente el vapor originado se obtiene un producto del cual un 42 por 100 destila antes de los 60° C, y que es completamente satisfactorio para un empleo en los motores ordinarios de esencia. Las pérdidas a que da lugar dicho proceso no exceden de un 3 por 100, y en la práctica corriente sólo son de 1 por 100. El benzol puede ser sustituido por aceites de alquitrán en estado de mayor crudeza, y se obtienen productos con un contenido de alcohol que alcanza al 70 por 100. △

El ingeniero electricista y el electrón libre.

La conferencia del ciclo Faraday, pronunciada el 15 de marzo último por Mr. C. C. Patterson ante el Instituto (londinense) de Ingenieros Electricistas versó sobre el tema arriba enunciado y presentó caracteres muy interesantes, que vamos a resumir, siguiendo el hilo de la disertación.

La ciencia de la ingeniería eléctrica nació por segunda vez en el momento en que el físico demostró que la electricidad podía liberarse del metal, esto es, del conductor o del condensador metálico; pues si bien así aprisionada no dejaba por eso de ser la más útil servidora del hombre, una vez liberada presenta potencialidades que nadie podía soñar en el período anterior. A partir del momento en que J. J. Thomson descubrió el electrón ya no es menester imaginar la electricidad en masa, por decirlo así, y la ingeniería electrónica creada a consecuencia del descubrimiento, y en la que Fleming fué uno de los primeros exploradores, ha abierto una nueva era de valiosas y útiles conquistas.

La razón de que los procedimientos eléctricos fueran universalmente adoptados estribaba, sobre todo, en la facilidad de transporte y la comodidad de la regulación; en lo que se refiere a esta última, el electrón libre ha dado al ingeniero nuevos y extraordinarios poderes basados en el desarrollo y empleo de los electrones emancipados de sus conductores. El secreto de esta revolución se basaba en que una corriente de electrones libres, bien sea en el vacío, bien en el seno de un gas, puede ser manipulada tan fácilmente que la cantidad de electricidad puede aumentarse o disminuirse a razón de millones de veces en un segundo, o tan lentamente como se quiera. Puede también invertirse o de-

tenerse con igual rapidez o modularse automáticamente en las formas más complicadas sin que tenga límite la cantidad de energía que así puede controlarse. Por último, aunque el agente que efectúa este control es generalmente eléctrico, también puede emplearse para este objeto la luz, el magnetismo o el calor; por ejemplo, la válvula termiónica emite electrones libres por la acción del calor y la célula fotoeléctrica por obra de la luz; en la válvula, los electrones pueden cambiarse, invertirse u oscilarse tan rápidamente que toda la corriente fluya hacia atrás o hacia adelante trescientos millones de veces por segundo, mientras que en televisión la célula fotoeléctrica emite trescientos mil "vuelos" separados de electrones.

Para hacer patente hasta qué punto los electrones libres pueden ser empleados y controlados por la ingeniería moderna, el disertante hizo ver de qué modo los movimientos de una aguja de gramófono sobre el disco correspondiente pueden ser convertidos en impulsos eléctricos y estos impulsos amplificados y utilizados como proyección luminosa de una lámpara, contenida en un proyector, cuyo haz presenta modulaciones del todo equivalentes y al través del local es recogido por una lente que lo enfoca en una célula fotoeléctrica, la cual reconvierte las fluctuaciones luminosas en impulsos eléctricos. Estas pulsaciones son de nuevo amplificadas y comunicadas a un altavoz que las convierte en ondas acústicas reproduciendo la música del disco gramofónico original. La realidad del experimento se demostró interrumpiendo total o parcialmente el haz de luz con la mano o con el cuerpo, con lo que se suprimía o se alteraba el volumen de sonido. No puede extrañarnos, después de esto, que se hayan inventado recientemente aparatos en los cuales la inercia de los electrones juega importante papel en la creación de oscilaciones con frecuencia mayor de tres millones por segundo; esas oscilaciones son tan rápidas que pueden ser tratadas como si fueran radiaciones de un manantial de luz y empleadas para transmitir la palabra o señales a cortas distancias sin coste alguno. Hecho importante: esas oscilaciones no son reflejadas por la capa Heaviside y están, por tanto, libres de *fading*; no causan tampoco interferencias fuera del alcance del rayo directo.

No se crea, por lo dicho, que lo sabemos todo con respecto al electrón; por el contrario, no lo entendemos tan bien como se suponía hace tres o cuatro años. Sabemos, sí, su velocidad de transmisión, su peso durante ella, cuántos contiene una determinada cantidad de electricidad o la estructura elemental de cada sustancia y su tamaño; pero no sabemos su forma ni su esencia, pues aunque con frecuencia su comportamiento es el de un cuerpo tan sólido y definido como una esferita de vidrio, en otras condiciones es tal su conducta que hace preciso imaginarlo como un grupo de ondulaciones; y el enigma se hace mayor por el hecho de no poder fijar si sus características son de corpúsculos o de ondas.

Como quiera que la humanidad pensante se ha dado cuenta hace tiempo de que las cosas no son siempre, ni aun ordinariamente, como se presentan ante nosotros, las contradicciones anotadas no deben ser motivo de cavilación; puesto que el electrón obra o influye sobre algo a mayor o menor distancia, es forzoso considerarlo como una onda; pero como, por otra parte, a su llegada realiza ciertos fenómenos, su naturaleza debe estimarse como la de una partícula. Aclararemos más esta idea: cuando el electrón recorre una trayectoria

con su característica de onda, llega a un cierto punto o entra en colisión con algo y puede ser localizado momentáneamente, toma automáticamente el carácter de una partícula y se comporta como un objeto sólido y definido, como lo hace la luz.

Añadió el conferenciante que el electrón libre es también empleado en los tubos multicolores que son motivo de decoración nocturna en nuestras ciudades y dan origen a procedimientos nuevos de iluminación más brillantes y eficaces que los conocidos de antes. Los efectos obtenidos en estos tubos son el resultado del encuentro de los electrones libres con los átomos de gas a velocidades que se estiman en seis millones de metros-hora. Estas observaciones no son nuevas; eran conocidas por los físicos hace más de doscientos años, pero con este dato el ingeniero moderno ha imaginado lámparas en las cuales los electrones extraen de los gases y vapores cantidades de luz muy superiores a las que, con el mismo consumo de fluido, pueden suministrar las lámparas de filamento. Y esto quiere decir que en un porvenir próximo el alumbrado público y privado será de tubos luminosos. Δ

Nuevas aleaciones platino-rodio.

El *Bureau of Standards*, de los Estados Unidos, viene estudiando hace tiempo los metales del grupo platino y sus aleaciones; entre éstas se ha dedicado últimamente a las del platino con el rodio, con proporciones del segundo metal de 10 a 80 por 100. Uno y otro metal fueron empleados en estado de gran pureza.

Para cada aleación se determinaron las siguientes características: punto de fusión, dureza, densidad, resistividad eléctrica, coeficiente de resistencia en función de la temperatura y fuerza electromotriz térmica, todo ello en comparación con el platino puro. Se observó también la microestructura, que en todos los casos tiene los caracteres de una disolución sólida.

Entre las conclusiones deducidas del estudio a que nos referimos, una de las más importantes es la relativa al coeficiente de resistencia en función de la temperatura, que resulta mínimo para las aleaciones con 20 a 40 por 100 de rodio; en cuanto a la resistividad, tiene su máximo en las aleaciones con 10 a 40 por 100 de rodio. En estos aspectos, una aleación que contenga aproximadamente un 20 por 100 de rodio es decididamente superior al platino solo, empleado como resistencia en los hornos de laboratorio. La aleación citada puede pasarse por la hilera tan fácilmente como el platino, y pesa un 15 por 100 menos a igualdad de volumen.

Las aleaciones entre el 10 y el 20 por 100 de rodio se deterioran menos que las de platino en las mismas condiciones de servicio.

Por todas las razones apuntadas, las aleaciones de que tratamos son preferibles al platino sólo para resistencias de hornos, aun teniendo en cuenta que el coste del rodio es superior, aunque no mucho.

Las aleaciones con más de 40 por 100 de rodio tienen punto más elevado de fusión, por lo que están indicadas para la fabricación de pares termoeléctricos, si bien adolecen del inconveniente de no ser tan fáciles de trabajar por el laminador y por la hilera. Δ

Un viscosímetro original.

La técnica de laboratorio dispone de un gran número de aparatos para determinar la viscosidad de los líquidos más o menos espesos, particularmente aceites y petróleos; entre ellos son muy conocidos y empleados los de Engler, Saybolt, Redwood, Barbey y algunos más. Esa misma variedad indica que no se trata de un problema resuelto satisfactoriamente, y ello da origen a la aparición frecuente de nuevos viscosímetros. Ultimamente se ha puesto a la venta uno que describe la *Revista de la Institución Técnica del Petróleo*, y que está basado en un principio totalmente nuevo, por lo menos para el autor de esta nota.

En un recipiente que contiene el líquido cuya viscosidad se desea determinar se sumerge, en dirección inclinada, una pieza ranurada que sirve de guía a una esferita de mayor densidad que el líquido; la esferita está situada debajo de la superficie, y en el momento deseado se zafa de un artificio electromagnético, que en ese mismo instante pone en marcha, automáticamente, un mecanismo de relojería. La esfera se desliza a lo largo del guía, recorriendo una distancia fija en el seno del líquido hasta establecer contacto con un electrodo de borde afilado que detiene automáticamente la marcha del reloj. El tiempo empleado en recorrer dicha distancia fija mide precisamente la viscosidad, pues evidentemente al aumentar ésta, y en la misma medida del aumento, crece también esa característica.

Este instrumento puede ser usado para aceites de caucho, cementos y petróleo con precisión muy aceptable, y está muy indicado, por su sencillez y fácil manejo, para controlar la fabricación de esos aceites en todos los casos en que se desee un producto de garantía. △

BIBLIOGRAFIA

La Evolución de las Estrellas y La Evolución del Universo, por el general de Ingenieros D. CARLOS BANÚS Y COMAS. *Biblioteca A. E. L. Científica. Madrid. Editorial A. E. L. Concepción Arenal, 3. 1934.*

El general Banús no es de los guerreros que duermen sobre sus laureles, no obstante ser éstos copiosos y haber sido ganados en múltiples lides, así bélicas como científicas; a las segundas hemos de referirnos ahora solamente, con motivo de la aparición de su último libro, cuyo título enuncia claramente su contenido.

En la fecunda y larga vida del autor son varios los temas que reiteradamente han solicitado su atención, y entre ellos se señalan como predilectos los relativos al arte e historia militar y a las ciencias físico-químicas en sus manifestaciones más recientes. Su producción anterior, a la que dedicamos una amplia noticia, pertenecía a la serie histórica y estaba consagrada a la ex-

pedición de aragoneses y catalanes a Oriente con Roger de Flor; ésta de ahora es en cierto modo una continuación de la labor desarrollada en la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, en la Sociedad Española de Física y Química, cuyo presidente fué, y también en el Laboratorio del Material de Ingenieros que dirigió durante un largo período, al ser promovido a general de brigada el general Marvá, ilustre fundador y primer director del Laboratorio.

Los estudios de Astrofísica han sido tratados repetidamente por el autor, particularmente en los Congresos de las Ciencias celebrados en Valencia (1909), en Madrid (1913) y en Salamanca (1923).

En la presente obra, y después de un prólogo encaminado a *situar* al lector no versado en estos temas, aborda el estudio del átomo, como preliminar necesario al conocimiento de la evolución estelar; sólo por la vía de lo infinitamente pequeño podemos llegar a lo infinitamente grande, que inevitablemente hemos de concebir como aglomeración de elementos reducidos a la mínima entidad. Y cuando, bajo la experta guía del autor, penetramos en la constitución interior del átomo—impropiamente llamado aún así—advertimos que aquellas hipótesis de antaño, pero de un antaño no remoto, como la del átomo planetario de Bohr-Sommerfeld, tan seductora por la similitud que establecía entre lo gigantesco y lo enano, ha tenido que ceder el puesto a nuevas concepciones más en armonía con las últimas observaciones, en las cuales, además de los protones y electrones, antiguos conocidos, hemos de trabar relación con los neutrones, fotones y otros entes de nueva creación, entre los que figuran, aunque sin el *exequatur* correspondiente, los electrones con carga positiva, necesarios para la explicación de ciertos fenómenos.

En el desarrollo de la obra, y antes de llegar a *La evolución del Universo*, que la corona, examina la generación de los elementos, la transmutación y la magnitud del Universo, con arreglo a las ideas de De Sitter y de Einstein, entre otros.

Aunque una buena parte del libro está dedicada a la exposición y comentario de obras aparecidas en estos últimos años, tales como las de Eddington, De Sitter, James Jean y otras menos sonadas, el autor puede decir con el poeta: mi vaso es pequeño, pero yo bebo en mi vaso. Sus ideas acerca de la evolución de los elementos microcósmicos en el caos primitivo le inspiran estas palabras: "La radiación, el campo electromagnético fué lo que, a mi juicio, transformó en eléctricos los corpúsculos materiales contenidos en el caos y que la gravitación había aglomerado hasta constituir los núcleos atómicos." Carecemos de autoridad para opinar acerca de estas y otras hipótesis formuladas por el autor, si bien hemos de declarar que la lectura atenta de su trabajo hace aparecer sus conclusiones muy conformes con la lógica. En todo caso, si estas generalizaciones abren paso a deducciones futuras, conformes con observaciones posteriores, habrán justificado su utilidad, llenando así los fines transitorios que para ellas deseaba H. Poincaré.

No podemos sustraernos, no obstante lo dicho, a la idea de que nos encontramos en un período prekepleriano, por decirlo así, en que las observaciones de los investigadores se acumulan rápidamente y aniquilan sin cesar los castillos elevados por los especuladores. La hora, nos atreveríamos a decir, es de los catalogadores de hechos, tipo Rutherford, sobre los constructores de

teorías, tipo Einstein. En una lectura, muy rápida, de *Mein Welt Bild*, de este último, recientemente aparecido, hemos encontrado, aparte de otras muchas cuestiones ajenas a la ciencia, recapitulación de antiguas ideas, basadas en los trabajos de Riemann, Maxwell, Lorentz, Levi-Civita y otros. Se echan de menos en él las observaciones que podrían confirmar las teorías; hasta el experimento de Michelson, de tanta importancia para la relatividad, aparece envuelto en el misterio, y parece extraño que, muerto Michelson, no hayan reiterado sus observaciones otros investigadores, en mayor escala y con todas las garantías de acierto.

En cuanto a la vida de las hipótesis en Astrofísica parece muy probable que cada vez sean más efímeras, atendiendo a que los medios de observación se perfeccionan rapidísimamente. El día 8 de marzo último se moldeó el bloque de vidrio destinado a fabricar el espejo de un nuevo telescopio para el observatorio del Monte Wilson (California). Ese espejo tendrá 5,10 metros de diámetro, y con su auxilio se podrán observar las masas cósmicas situadas a doce mil millones de años de luz. Sin pecar de temerarios podemos afirmar que a esas distancias seguirán observándose nuevas galaxias, y el universo de De Sitter—2.000 millones de años de luz—hará mediana figura al lado de este otro, no hipotético sino observado, 216 veces más voluminoso, y esférico según todas las probabilidades; los rayos emitidos por las lejanas nebulosas sufrirán ligeras desviaciones, mas como éstas no se sumarán, sino que se compensarán, dichos rayos apenas se apartarán de la línea recta. Con esto habrá muerto esa hipótesis y con ella otras muchas relacionadas con las observaciones hechas hasta hoy. Y esa esfera no será el Universo.

El libro del general Banús, aparte de sus méritos intrínsecos, que son grandes, tiene el de ejercer una gran sugestión que nos invita a pensar en estas cosas de tejas arriba y en nuestro propio destino, que no podemos imaginar del mismo modo cuando nos creemos habitantes de un astro importante entre todos, y cuando, por el contrario, comprobamos que la insignificancia de nuestro pobre mundo es tal, si la relacionamos con el Universo, que no puede expresarse con palabras ni con cifras.

△

De la movilización administrativa al abastecimiento de las tropas, por el teniente CALERO, editado por "Colección Bibliográfica Militar" Un tomo en octavo, de 202 páginas y 14 croquis.

El presente libro tiene por objeto presentar el Servicio de Intendencia con todas sus características y complejidad, estudiando sus misiones y la forma escalonada en que tienen que llegar a las tropas combatientes cuantos elementos son precisos para su vida, examinando, paso a paso, la verdadera odisea de esos productos, desde que el Servicio de Intendencia los adquiere hasta que los pone en manos de las tropas.

En el capítulo I se estudia la misión de la Intendencia en España, el II trata de la movilización administrativa y el III de la adquisición de recursos. Obtenidos éstos, el capítulo IV estudia los medios de que tiene que disponer el Servicio de Intendencia para poder hacer llegar los recursos adquiridos a su destino.

Estos cuatro capítulos constituyen el estudio general de la materia que

el autor se propone desarrollar; los V, VI, VII y VIII se refieren ya exclusivamente a los víveres, estudiándose en el V las raciones, en el VI y VII el mecanismo del abastecimiento y en el VIII el abastecimiento de pan y carne.

El capítulo IX se refiere a la explotación local, tan importante, siempre que pueda lograrse por la importante economía que procura en elementos de transporte.

El capítulo X trata del servicio del vestuario, y el XI de cooperativas, caudales y contabilidad.

La ligera exposición hecha basta para hacer resaltar la importancia que este estudio tiene para los oficiales de Intendencia y, de un modo indirecto, para los restantes oficiales que aspiren a conocer las posibilidades y modalidades de cuantos directa o indirectamente han de intervenir en la guerra.

U.

El servicio de información en campaña, por el comandante de Estado Mayor D. JOSÉ MEDINA SANTAMARÍA. Editado por "Colección Bibliográfica Militar". Un tomo en octavo de 168 páginas, con cuatro croquis y cuatro superpuestos.

Nadie ha podido nunca negar la importancia de la información y su influencia en campaña, y si esto ha ocurrido en todos los tiempos, a partir de la última guerra, con los elementos nuevos que en ella han aparecido, esa importancia y esa influencia suben de punto, alcanzando proporciones insospechadas.

Asunto tan interesante y de actualidad es el tratado por el autor en este volumen de la *Colección Bibliográfica Militar*, y si, en general, es difícil en una nota bibliográfica hacer resaltar los puntos esenciales de una obra sin omitir ninguno y dando a cada uno la ponderación que le corresponde dentro del marco señalado por el autor, la dificultad aumenta cuando se trata de reseñar una obra como la presente, en que todas y cada una de sus partes tienen importancia esencial, y difícilmente pueden desligarse unas de otras sin alterar la esencia del conjunto, sobre todo si a esto se añade el poco lugar disponible para estas reseñas.

Los tres primeros capítulos de la obra son, por decirlo así, una introducción necesaria al desarrollo del estudio emprendido; se refieren: el I, a la información, haciendo resaltar su importancia y sus características; el II, al Mando y a la información, a sus relaciones, al órgano de trabajo del Mando y a los elementos de trabajo de que se dispone; el capítulo III, al informe y todo cuanto con él se relaciona.

Sentadas estas premisas, los capítulos IV y V, base esencial de la obra, exponen la organización y funcionamiento general del servicio; los capítulos VI, VII y VIII, de aplicación los tres, estudian la información en el C. E. en las Divisiones y en los Cuerpos; y, finalmente, en el capítulo IX, establece las cualidades del personal que ha de intervenir en este servicio y su preparación.

No vacilamos en recomendar la atenta lectura de esta obra a todos los oficiales, pues, en mayor o menor escala, todos ellos, con arreglo a su graduación, han de intervenir en la información realizándola y utilizándola, y en este libro el autor ha logrado felizmente desarrollar todos los puntos esenciales de materia tan interesante, uniendo, cosa difícil de lograr, la concisión y la amenidad.