



ANALES



DE LA

SOCIEDAD ESPAÑOLA

DE

METEOROLOGÍA



ENERO-FEBRERO

1928

VOLUMEN II

Núm. 1.



F/NGA.

XXVII

SUMARIO

	<u>Páginas.</u>
Actas de las sesiones ¹ de la Sociedad.....	1
MEMORIAS Y NOTAS PRESENTADAS A LA SOCIEDAD	
<i>Morán (Francisco)</i> .—Las superficies de discontinuidad en la atmósfera...	3
<i>Domingo y Quílez (José)</i> .—Sobre un período de unos veinticuatro meses para la fluctuación de la precipitación en Zaragoza.....	9
<i>Lorente (José María)</i> .—Crónica de un viaje de estudios (continuación)...	16
TRABAJOS DIVERSOS	
<i>Sama (N.)</i> .—El barómetro y su manejo (continuación).....	23
SECCIÓN DE DIVULGACIÓN	
Generalidades sobre la atmósfera.....	31
NECROLOGÍA	
W. J. Askinazy, por <i>E. Miquel</i>	34
William Henry Dines, F. R. S., por <i>José Domingo Quílez</i>	34
CRÓNICA.....	36
Revista del tiempo.....	39
Publicaciones recibidas.....	41
Resumen e índice de Revistas.....	42
ÍNDICE DE REVISTAS	
<i>Rempp (G.)</i> .—Notas de conjunto acerca de los lanzamientos de globos-sondas ejecutados por el Instituto de Física del Globo.....	43
<i>Rempp (G.)</i> .—La variabilidad de la temperatura en Spitzberg, según las observaciones de la estación de Greenharbour.....	45
<i>Giao (A.)</i> .—Estudio de las oclusiones.....	46
<i>Millikan (R. A.)</i> y <i>Cameron (G. H.)</i> .—Nuevos resultados sobre los rayos cósmicos.....	46

MUEBLES DE ACERO
PARA ARCHIVO Y CLA-
SIFICACIÓN



Correspondencia : Documentos : Fichas : Facturas : Cuentas corrientes
Cheques : Placas Rayos X : Planos : Libros de Contabilidad

CAJAS DE SEGURIDAD INCOMBUSTIBLES
para la custodia de valores y documentos importantes.

Salvador Cuesta

MONTERA, 10.—MADRID

SECCIÓN VII.—DEPARTAMENTO TÉCNICO DE ORGANIZACION

NOTA Si usted desea entrevistarse con uno de nuestros representantes en un momento deter-
minado, indique día y hora en que podrá recibirle.

SOBRINOS DE R. PRADO (S. L.)

PRÍNCIPE, 12. Madrid. — Sucursal en Barcelona, BALMES, 129, bis.



Óptica de precisión * Aparatos meteorológicos *
Material para T. S. H. * Pilas secas HELLESENS
Telefonía ERICSSON * Pararrayos y electricidad

El receptor de cinco lámparas y de UN SOLO MANDO

MAGNAVOX

es algo maravilloso.

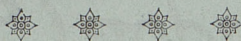
SOLICITEN CATÁLOGOS Y PRESUPUESTOS



Productos ORTHO

Lanuza, 14 y 16.

MADRID



✻ Manufactura de caucho ✻



✻ Especialidad en globos ✻
✻ para sondeos aerológicos ✻

✻ ✻ Globos pilotos ✻ ✻

✻ ✻ Globos sondas ✻ ✻

✻ ✻ Globos de anuncios ✻ ✻

✻ ✻ Globos de juguete ✻ ✻



Anales de la Sociedad Española de Meteorología

Vol. II.

Madrid. Enero-febrero 1928.

Núm. 1.

ACTAS DE LAS SESIONES DE LA SOCIEDAD



SESIÓN DEL 30 DE ENERO DE 1928

En Madrid, a 30 de Enero de 1928, en los locales de la Oficina Central Meteorológica, abrió la sesión a las once y media el Excmo. Sr. D. José de Elola, elegido Presidente de honor en la Junta celebrada el 15 de Noviembre último, y que en la presente toma posesión de su cargo.

Leída por el Secretario saliente Sr. Fariña el acta de la anterior, quedó aprobada.

Tomó la palabra el Presidente efectivo, señor Meseguer, quien dirigió frases de afecto al señor Elola, agradeciendo su presencia y le hizo entrega del pergamino, en el que consta el acuerdo de la Sociedad nombrándole Presidente de honor.

El Sr. Elola agradeció la distinción, manifestando que estimaba ser el afecto y no sus méritos personales los que le traían a este puesto, y que, siendo así, se encontraba justificada su designación, pues correspondía al que hacia él sentían los señores socios, a los que deseaba, así como a la Sociedad, grandes prosperidades. A continuación tomaron posesión de sus cargos los señores que componen la nueva Junta de gobierno de la Sociedad, y cuyos nombres figuran en el acta anterior.

Se acordó, a propuesta del Sr. Alonso, que constase en acta un voto de gracias a la Junta de gobierno saliente por su labor desarrollada al frente de la Sociedad.

El Tesorero, Sr. Fossi, dió cuenta del estado de fondos y leyó el informe aprobatorio de los Sres. Sabucedo, Lorente y Margaleff, encargados de examinar las cuentas del año anterior, que fueron aprobadas por unanimidad.

Solicitaron su ingreso como socios los señores y entidades siguientes, presentados por los señores que se indica:

Socios de número:

D. Mariano Laguna, Ingeniero de Caminos (Sres. Meseguer y Fossi).

Socios suscriptores:

Observatorio de Valladolid (Sres. Miquel y Alonso).

Submarino *Isaac Peral* (Sres. Fossi y Fariña).

Observatorio de Campos Rodríguez (señores Meseguer y Alonso).

Jefatura Superior de Aeronáutica (Sres. Meseguer y Barrón).

La Junta aprobó su ingreso.

Fueron dados de baja:

D. Amando Melón, a petición propia.

D. Manuel Pérez García, por fallecimiento.

El Sr. Meseguer propuso un voto de gracias a los Sres. Elola y Ortiz por el valioso apoyo que prestan para la publicación de los ANALES, aprobándose por unanimidad.

Seguidamente se entró en la parte científica de la sesión.

El Sr. Junco dió cuenta de un trabajo del señor Morán acerca de las condiciones atmosféricas de la zona tórrida comprendida entre los meridianos 40° y 160° E., con aplicación especial a los vuelos.

El Sr. Elola pide que se envíe el notable trabajo del Sr. Morán a la Dirección general del Instituto Geográfico, con objeto de premiar oficialmente a su autor.

El Sr. Fariña dió cuenta de las condiciones atmosféricas en la zona tórrida entre los meri-

dianos 50° E. y 20° W., con aplicación a la aviación.

El Sr. Lorente, da algunos detalles relativos al lanzamiento de cometas en el Observatorio Lindenberg.

El Sr. Junco presentó un trabajo del Sr. Quílez, sobre «Un período de veinticuatro meses en las precipitaciones de Zaragoza».

Finalmente, el Sr. Miquel dió cuenta de las publicaciones recibidas.

A propuesta del Sr. Meseguer se acuerda conste en ésta la satisfacción de la Sociedad por el número e importancia de los trabajos presentados, y por haber sido presididos por el señor Elola, de quien espera que, desde su alto puesto, apoye la labor de la Sociedad.

El Sr. Elola corrobora las palabras del señor Meseguer en cuanto a los trabajos presentados, y ofrece su apoyo oficial en todo aquello que

su cargo le permita, y no habiendo más asuntos que tratar se levantó la sesión.

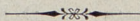
SESIÓN DEL 28 DE FEBRERO DE 1928

En Madrid, a 28 de Febrero de 1928, en la Oficina Central Meteorológica, bajo la presidencia del Sr. Meseguer, abrió éste la sesión a las doce de la mañana, y requirió al Sr. Miquel para que, en ausencia del señor Secretario, actuase como tal.

Leída y aprobada el acta de la sesión anterior, el Sr. Junco dió cuenta de un trabajo del señor Morán acerca de «Las superficies de discontinuidad», y de otro del Sr. Quílez titulado «La curva normal de errores de Moivre y las precipitaciones».

El redactor de los ANALES dió cuenta de las publicaciones recibidas.

Se levantó la sesión.



LAS SUPERFICIES DE DISCONTINUIDAD EN LA ATMÓSFERA

POR

FRANCISCO MORÁN

RESUMÉ

L'auteur entreprend une étude des théories classiques des discontinuités atmosphériques, et il propose d'en introduire quelques corrections.

Ce premier article est dédié au cas de l'équilibre; on a déduit très simplement la formule due à Margules pour l'angle d'inclination de la surface de discontinuité, de même que les formules de l'inclination des surfaces isobariques.

L'auteur appelle *excès de flux* à la magnitude vectorielle $\rho_1 V_1 - \rho_2 V_2 = \Phi$, ρ et V étant les densités et les vitesses des deux masses aériennes contiguës; 1 et 2, les index correspondant à chacune d'elles. C'est par rapport à l'*excès de flux* qu'il énonce la règle concernant la position de la surface de séparation des deux masses, en refoulant la règle usuelle de Exner inexacte au point de vue théorique. La discussion de la formule l'a conduit, en effet, à un cas non admis par Exner (cas *d* de la figure 3^e).

L'auteur a étudié aussi la possibilité et la limitation des mouvements verticaux et des normaux à l'arête du coin, ainsi que les translations de la surface de discontinuité; il obtient la variation du vecteur Φ par l'addition d'une translation commune au système et la nouvelle position d'équilibre de la surface de discontinuité.

Il annonce l'étude ultérieure des surfaces de discontinuité dans les cas des tourbillons esquématiques, dans ceux des situations *presque stationnaires*, et en fin des cas de déséquilibre ou des surfaces de glissement.

En esta exposición se proponen algunas enmiendas a las teorías clásicas de las discontinuidades atmosféricas, y, con objeto de facilitar el estudio de cuestión tan fundamental en la Meteorología, se conduce por caminos elementales todo el razonamiento matemático.

I.—EL EQUILIBRIO

Dos masas contiguas de aire, de densidades ρ_1 y ρ_2 , se mueven respecto a la superficie terrestre con velocidades constantes V_1 y V_2 . ¿Cuál es la forma de equilibrio de la superficie S de separación?

Si ambos flúidos estuviesen inmóviles respecto a la Tierra, el más ligero habría de quedar *encima* y la superficie limitante S horizontal; pues en tal estado toda deformación de la frontera S implica una compenetración de los flúidos contra la cual reacciona, en virtud del principio de Arquímedes, un empuje $g(\rho_1 - \rho_2)$ por unidad de volumen introducido.

Al moverse los flúidos con velocidades $V_1 = (u_1, v_1, w_1)$ y $V_2 = (u_2, v_2, w_2)$ (ejes fijos en la tierra, el Z vertical ascendente) aparecen, a causa de la rotación terrestre, campos horizontales de fuerzas, a saber: el $-l v \rho$ en la dirección del eje X , y el $l u \rho$ en la dirección del

eje Y , en ambas por unidad de volumen (1). En estos *campos gravitatorios* que, como el vertical, obran sobre cada flúido proporcionalmente a una constante característica ($v \rho$ y $u \rho$, respectivamente), que hace el papel de densidad, se cumple también el principio de Arquímedes. Tenemos, pues, por unidad de volumen los empujes hidrostáticos

$$\begin{array}{ccc} l(v_1 \rho_1 - v_2 \rho_2) & -l(u_1 \rho_1 - u_2 \rho_2) & g(\rho_1 - \rho_2) \\ \text{eje } X & \text{eje } Y & \text{eje } Z \end{array}$$

Para que la superficie de separación S esté en equilibrio, ha de ser ahora normal en todos sus puntos al empuje resultante. Haciendo pasar por dicho empuje el plano XZ tenemos (fig. 1.^a) para cada elemento e de S , llamando α al ángulo que forma el elemento e con el eje X :

$$\operatorname{tg} \alpha = -\operatorname{tg} \alpha' = -\frac{l(\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2)}{g(\rho_1 - \rho_2)} \quad [1] \quad (\text{Margules.})$$

y en virtud de la elección de ejes:

$$u_1 \rho_1 - u_2 \rho_2 = 0. \quad [2]$$

(1) Como de costumbre llamamos l a $2 \omega \sin \varphi$, y prescindimos del rozamiento, de las componentes verticales de la aceleración y de los efectos de la rotación sobre los movimientos ascendentes. Estos movimientos w se suponen muy pequeños, por lo cual V_1 y V_2 designan indistintamente las velocidades horizontales y las totales del aire.

Ambas condiciones son necesarias. Para que sean suficientes sólo falta que resulten compatibles con la condición de continuidad.

Para hallar la inclinación de las isobaras basta expresar que en cada fluido han de ser superfi-

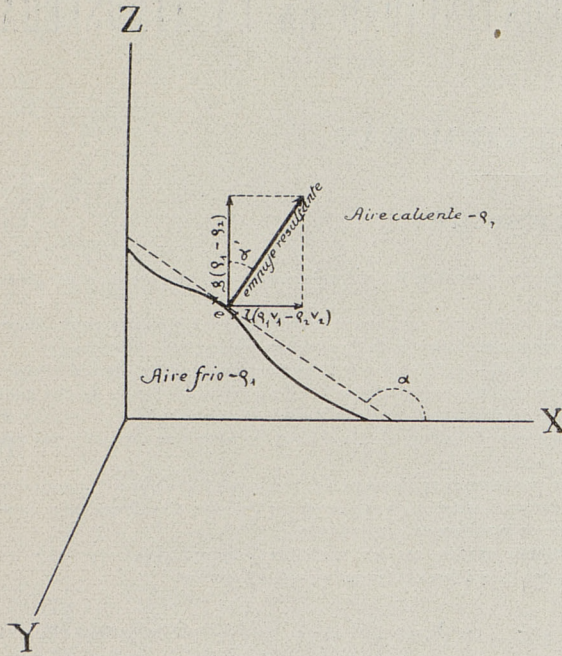


Figura 1.ª

cies de nivel del *campo gravitatorio complejo*, o sea normales a dicho campo, cuyas componentes son: g hacia abajo y lV hacia la derecha del viento. Las superficies isobáricas son, pues, planos paralelos entre sí y paralelos al viento, y ascienden hacia la derecha de éste con una pendiente

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{lV}{g} = \frac{l\sqrt{u^2 + v^2}}{g} \quad [3]$$

Las líneas isobaras del horizonte forman con el eje X el ángulo γ tal que

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{v}{u}$$

En el plano XZ la pendiente de las líneas isobaras es

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{lV}{g} \cdot \cos \gamma = \frac{l v}{g}$$

La pendiente de las superficies isobáricas es la que corresponde, según la fórmula de Margules, a las superficies limitantes de masas aéreas de distintas densidades que fluyen con la

misma velocidad V , pues entonces la pendiente hacia la derecha de la velocidad común es

$$\frac{l(V\rho_1 - V\rho_2)}{g(\rho_1 - \rho_2)} = \frac{lV}{g}$$

Y como las isobaras confinan, en efecto, en cada masa aérea, capas de la misma velocidad V , resulta que dichas superficies, además de separar las capas en que la presión es distinta, separan también las capas de distinta densidad; es decir, en las isobaras, no sólo es constante la presión sino también la *densidad* y, por tanto, la *temperatura*. En estas condiciones de movimientos estacionarios con velocidad constante en toda la masa, no sería menester sondeo para apreciar la índole de la estratificación. Las inversiones se caracterizarían por un aumento horizontal de temperatura hacia la izquierda del viento. El equilibrio indiferente por un gradiente térmico en el mismo sentido igual a $-\frac{lV}{C_p}$. El gradiente

autoconvectivo horizontal valdría $-\frac{lV}{R}$.

Estos valores resultan de multiplicar los gradientes verticales correspondientes por la pendiente de las isotermas o isobaras, o bien sustituyendo en los verticales g por lV , puesto que también en el *campo horizontal gravitatorio* rige la fórmula barométrica.

Dos isobaras correspondientes a la misma presión en uno y otro fluido se cortan en la superficie limitante S ; pues si ésta soportase presiones distintas por uno y otro lado, no podría estar en equilibrio. También puede ocurrir que S sea una isobara común de ambos campos. La igualdad de presiones p_1 y p_2 en cada punto de S permite expresar su inclinación en función de las temperaturas

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{l(v_1 T_2 - v_2 T_1)}{g(T_2 - T_1)} \quad [1']$$

Esta transformación de la fórmula [1] sólo es rigurosamente lícita cuando ambos gases tienen la misma constante R . En el caso práctico de humedades muy diferentes, la fórmula [1'] no se verifica para las temperaturas absolutas, sino para las virtuales.

La fórmula [1'] puede adoptar también la forma

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{l}{g} \frac{v_1 \tau_2 - v_2 \tau_1}{\tau_2 - \tau_1}$$

siendo τ las temperaturas potenciales. Pues,

$$\frac{T_1}{\tau_1} = \frac{T_2}{\tau_2} = \left(\frac{p}{P}\right)^K,$$

siendo P la presión de referencia y p la presión en el punto considerado.

Es difícil determinar la forma de S en el caso general de que ρ_1 y ρ_2 , o bien T_1 y T_2 sean funciones cualesquiera de la presión. Para que S sea plana es necesario y suficiente que en todos sus puntos varíen ρ_1 y ρ_2 en la misma propor-

el caso de que los gradientes verticales de temperatura sean distintos en ambas masas, la superficie es curva. Una ligera reflexión convencerá al lector de que la convexidad de la superficie está entonces dirigida hacia la masa de estratificación más estable, por ser ésta la que más rápidamente disminuye de densidad.

Si las líneas de flujo fuesen curvas, recorridas con velocidad constante, bastaría introducir la fuerza centrífuga. Si, por ejemplo, las masas giran con velocidades v_1 y v_2 alrededor de un

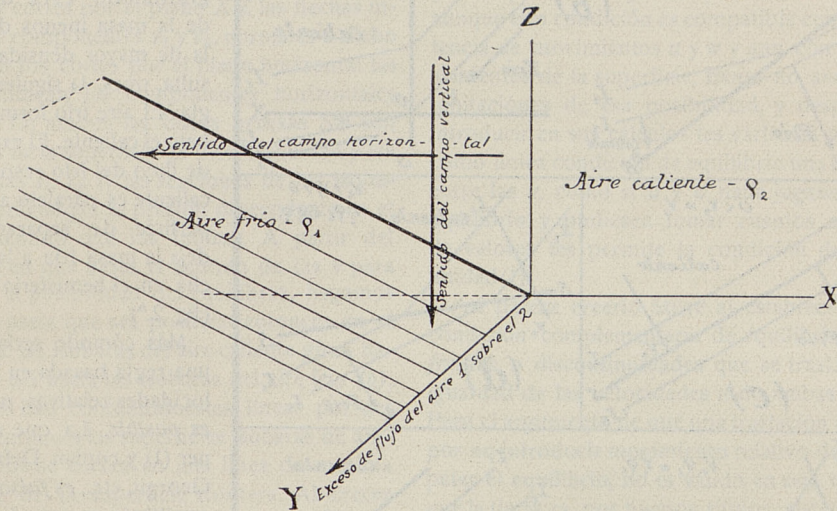


Figura 2.^a

ción, pues únicamente en ese caso varían en igual proporción los tres empujes hidrostáticos y se mantiene fija la dirección de su resultante.

Como la condición $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \text{const.}$ no se verifica más que aproximadamente, S no es en general exactamente plana. Pero plana la supondremos en adelante. Quizá sea esto menos convencional que considerar constantes las velocidades.

Cuando en ambas masas la temperatura es función lineal de la altura con el mismo gradiente vertical λ , la superficie de discontinuidad es plana. Pues, entonces,

$$\frac{T_1}{T'_1} = \frac{T_2}{T'_2} = \left(\frac{p}{p'}\right)^{\frac{R\lambda}{g}} \quad (1),$$

y, por tanto, $\text{tg } \alpha$ tiene el mismo valor en el punto de presión p que en el de presión p' . En

eje común, la fórmula [1] se convierte, añadiendo el nuevo empuje horizontal $\frac{1}{r} (v_1^2 \rho_1 - v_2^2 \rho_2)$, en

$$\text{tg } \alpha = - \frac{l (\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2) - \left(\frac{\rho_1}{r} v_1^2 - \frac{\rho_2}{r} v_2^2\right)}{(\rho_1 - \rho_2)}$$

siendo r la distancia al eje de giro; y la pendiente de las isobaras es

$$\text{tg } \beta = - \frac{l v - \frac{v_2}{r}}{g}.$$

De estos torbellinos esquemáticos trataré especialmente en otro artículo.

En la fórmula [1] aparece la magnitud $\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2 = \Phi$, que llamaré exceso del flujo del aire 1 (el más denso, por ejemplo) sobre el del aire 2, pues en virtud de la elección de ejes, $\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2 = \Phi$ representa la diferencia de los vectores $\rho_1 V_1$ y $\rho_2 V_2$. Dirijamos el eje Y en el sentido de este vector para que siempre sea Φ positivo, es decir, que $\rho_1 v_1 > \rho_2 v_2$. Esto

(1) Véase, por ejemplo, Exner, *Dyn. Met.*, segunda edición, pág. 37.

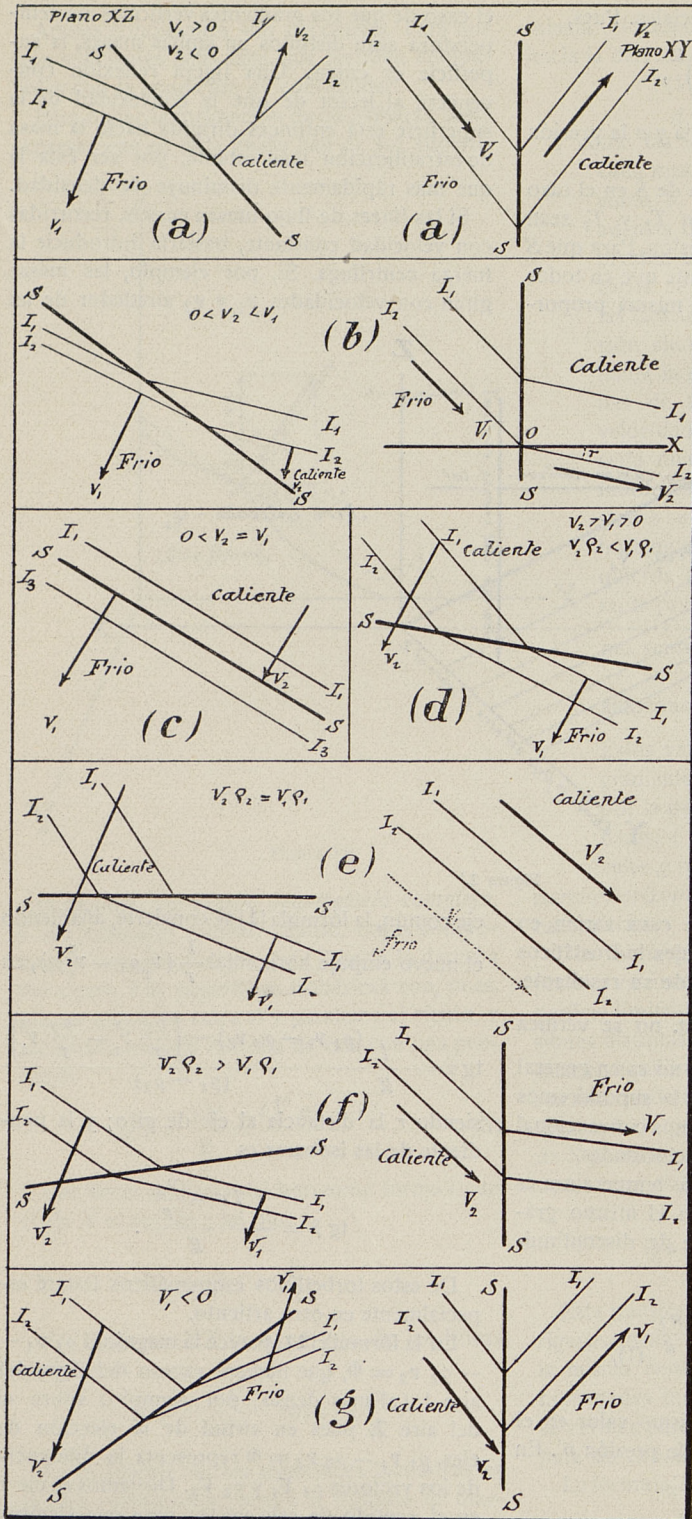


Figura 3.^a

equivale a hacer que la masa 1 sea también la más densa en el campo horizontal, eligiendo convenientemente el sentido de dicho campo. Entonces $\text{tg } \sigma < 0$ y las masas se disponen siempre como indica la figura 2.^a Es natural: tanto horizontal como verticalmente el campo gravitatorio está dirigido de la masa menos densa a la de mayor densidad. Resulta, pues, la siguiente regla: El aire frío forma cuña bajo el caliente. El exceso ϕ de flujo del frío respecto al caliente es paralelo a la superficie de separación y deja la masa fría a la derecha en el hemisferio Norte (fig 2.^a)

Más cómodo sería tener una regla basada en las velocidades relativas, pero no es posible. La que da Exner (1) y copian Defant (2), Georgii, etc., es falsa. Cabe equilibrio aunque la masa fría se mueva respecto a la caliente hacia la izquierda del observador que mira desde la primera hacia la segunda, pues aunque sea $v_1 < v_2$ puede mantenerse $v_1 \rho_1 > v_2 \rho_2$. Ciertamente que esa velocidad relativa hacia la izquierda $v_2 - v_1$, no puede pasar del pequeño valor $v_2 \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)$, pero conviene eliminar de los tratados esa inexactitud tan difundida (3).

En la figura 3.^a están representadas las principales

(1) Exner. *Dynamische Meteorologie*, segunda edición, pág. 197.
 (2) Defant. *Wetter und Wettervorhersage*, pág. 43.
 (3) Para deducir la regla de Exner, escribe Georgii en la página 39 de su obra *Wettervorhersage*:

situaciones a que conduce la discusión de las anteriores fórmulas.

Los gráficos dobles *a*, *b*, *e*, *f*, *g* son cortes por el plano *XZ* (las partes izquierdas) y por el plano *XY* (partes derechas) de las situaciones que explica el texto. Los gráficos *c* y *d* son cortes por el plano *XZ*, que no van acompañados por las secciones horizontales correspondientes, porque a las situaciones *c* y *d* corresponden distribuciones horizontales del mismo tipo que la representada por la parte derecha de *b*.

En los cortes por el plano *XZ* las flechas indican las componentes v_1 y v_2 , normales a dicho plano. En los cortes por el plano horizontal las flechas indican las componentes horizontales V_1 y V_2 . En ambos las líneas gruesas *SS* son las trazas de la superficie de discontinuidad y las líneas finas I_3, I_2, I_1 las secciones de las isobaras, suponiéndose la presión descendente en el mismo sentido que los índices. A partir del caso (*a*), en que basta el sentido de las v para asegurar la posibilidad del equilibrio, hagamos crecer v_2 hasta que sea positiva: entonces en el plano *XZ* las isobaras del aire caliente giran hacia *SS* y *SS* hacia las isobaras del aire frío (*b*). En (*c*) se han confundido estas líneas por ser $v_2 = v_1$: entonces las superficies isobaras de ambos campos se cortan en una línea de máxima pendiente de la superficie frontera. Al crecer ligeramente v_2 , *SS* se acerca más a la horizontal y las isobaras del aire caliente se alejan, por lo cual resulta la situación (*d*), que Exner no admite, pero que es posible, pues es claro que no hay inconveniente en que a lo largo de *SS* la presión crezca con la altura (1). Por último, *S* se hace horizontal (*e*) y si v_2 aumenta más, o v_1 disminuye, la superficie limitante tiene que inclinarse hacia el otro lado (*f*). El tipo (*g*) ya no difiere del (*a*).

En todos los cortes horizontales hemos supuesto, arbitrariamente, que u_1 y $u_2 > 0$; los cortes correspondientes a las secciones (*b*), (*c*) y (*d*) son del mismo tipo, sólo que γ aumenta de (*b*) a (*d*) continuamente.

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{l}{g} \frac{(T_2 v_1 - T_1 v_2)}{(T_2 - T_1)} = -\frac{l}{g} T_m \frac{v_1 - v_2}{T_2 - T_1}$$

en que T_m representa la temperatura media de T_1 y T_2 (dice) y, por tanto, el signo de $\operatorname{tg} \alpha$ sólo depende del de $v_1 - v_2$. Ignoro de donde estará tomada esta fórmula; pero es claro que la T_m que verifica la igualdad no es el promedio $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ni ningún otro número positivo por naturaleza

(1) Esto pasa en todo plano vertical a lo largo de todas las líneas menos pendientes que las líneas isobaras.

Posibilidad de los movimientos verticales y de los normales a la arista de la cuña. Traslaciones de la superficie de discontinuidad.

Nadie, que yo sepa, ha concedido la debida atención a este punto. Así, por ejemplo, Margules admite la posibilidad de cualquier sistema de movimientos perpendiculares a nuestro eje *Y*, con tal que no tengan componente normal a *S*. Exner, siguiendo a Bjerkness, determina analíticamente la superficie por su propiedad de soportar presiones iguales por ambas caras, y aunque esta condición es compatible con la existencia de movimientos *u* y *w* y aun con desplazamientos de la superficie, Exner no analiza las limitaciones de esa posibilidad, y después de introducir en sus cálculos las variables *u* y *w* da como única condición de equilibrio una relación entre las v , como si *u* y *w* nada jugasen en el equilibrio y pudiesen tomar cuantos sistemas de valores les permite la condición de continuidad (1).

Así parece creerlo Stüve al establecer como condición complementaria de equilibrio en los frentes o discontinuidades que se trasladan, la igualdad de las velocidades *u* de ambas masas. Pero el argumento de que una traslación común, por no introducir movimiento relativo debe respetar el equilibrio, no es válido en este caso en que la tierra es, por buenos títulos, sistema privilegiado de referencia. La traslación común introducida provoca aceleraciones horizontales, que no pueden ser contrarrestadas por las pendientes isobáricas, sin que se altere la forma de equilibrio:

La figura 4.^a representa en esquema horizontal una discontinuidad en equilibrio: el aire frío a la derecha de Φ . Al añadir al sistema la traslación *u*, el exceso de flujo Φ se incrementa en el vector $u(\rho_1 - \rho_2)$, transformándose en el Φ' . La superficie *S* para ir a su nueva posición de equilibrio habría de girar alrededor de la vertical un ángulo δ tal que $\operatorname{tg} \delta = \frac{u(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2}$; en la figura 4.^a se ve que ese giro es hacia la derecha en los frentes calientes y hacia la izquierda en los fríos. Pero, además, la superficie *S* ha de incli-

(1) En realidad Exner se desentiende implícitamente de los movimientos *u* y *w* al decir que la pendiente de una superficie isobárica está representada por el valor de $\frac{\delta z}{\delta x}$ en la isobara; pues esto no es cierto, ni tampoco que $\frac{\delta z}{\delta x} = \frac{dz}{dx}$ en las isobaras, sino cuando éstas son paralelas al eje *Y*, y, por tanto, $u_1 = u_2 = 0$

narse más, como corresponde al aumento de Φ ; es decir, que el nuevo ángulo de inclinación α' ha de verificar: $\text{tg } \alpha' = \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \delta}$. Nótese que estos giros de la superficie pueden ser muy considerables cuando u sea grande respecto a Φ .

La verdadera segunda condición de equilibrio $\rho_1 u_1 = \rho_2 u_2$, se deduce de las ecuaciones de Exner, sin más que expresar que el valor de $\frac{\delta z}{\delta y}$ en la superficie de separación es nulo, como no puede menos de verificarse, pues Exner toma

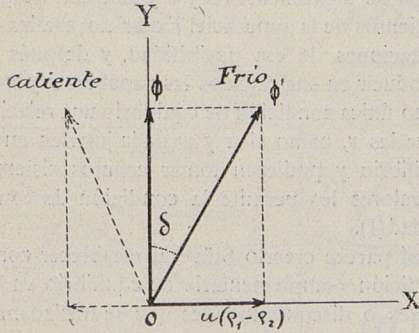


Figura 4.^a

como nosotros el eje Y tangente al elemento de superficie. Además, esta condición [2] escrita en la forma $\frac{u_1}{u_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ (velocidades u inversamente proporcionales a las densidades) significa sencillamente que los gradientes de presión han de ser iguales en ambos flúidos, en la dirección de la línea de discontinuidad, como notariamente se verifica, por soportar esa línea presiones iguales por uno y otro lado en todos sus puntos.

La existencia de componentes u es compatible con la inmovilidad de la superficie de separación con tal que haya movimientos verticales w , tales que $\frac{w}{u} = \text{tg } \alpha$ (1). Pero esto sólo puede decirse de las discontinuidades elevadas en la atmósfera. Cuando la superficie S llega al suelo la

(1) Esto prescindiendo de la insignificante variación de presión debida al movimiento vertical, pues en rigor la continuidad exige: $\rho w = \text{constante}$.

continuidad exige que el sistema entero se traslade perpendicularmente a la arista de la cuña, con la velocidad u_1 del aire frío; y que el aire caliente, en virtud de su velocidad $u_2 - u_1$ respecto a S , tenga un movimiento vertical $w_2 = (u_2 - u_1) \cdot \text{tg } \alpha$. Para apreciar el orden de magnitud de w_2 supongamos: $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{21}{20}$; $u_2 = 21 \frac{m}{s}$ y $\text{tg } \alpha = 0,003$; resulta que el movimiento vertical del aire caliente es a lo más del orden de tres milímetros por segundo, es decir, lo suficientemente pequeño para que podamos despreciar los efectos de la rotación sobre él, y también la influencia que las reacciones que lo originan ejercen sobre el sistema isobárico.

La condición $\rho_1 u_1 = \rho_2 u_2$ es, pues, además de necesaria, prácticamente suficiente para el equilibrio. En la continuación de este trabajo serán estudiadas con más detenimiento estas situaciones casi estacionarias, así como los casos de desequilibrio.

Resumamos las Conclusiones.—1.^a La consideración de las velocidades relativas no siempre basta para decidir si es posible el equilibrio. La regla hoy en boga es errónea.

2.^a La fórmula de Margules es una condición necesaria, pero no suficiente para el equilibrio. En los casos familiares y de máximo interés para la Meteorología de frentes térmicos o discontinuidades en movimiento, isobaras en V , etcétera, es preciso añadir la condición $u_1 \rho_1 = u_2 \rho_2$. La velocidad relativa de la masa caliente respecto a la superficie de separación es prácticamente compatible con la condición de continuidad.

3.^a En cambio, si un sistema que obedece a la fórmula de Margules comienza a desplazarse en conjunto perpendicularmente al eje de la cuña, el equilibrio se perturba y la nueva posición de equilibrio de la superficie limitante puede estar considerablemente desviada de la primitiva. Por tanto, la clasificación clásica de las superficies de deslizamiento, requiere una revisión, que emprendemos en siguientes capítulos.

Diciembre de 1927.

SEBRE UN PERÍODO DE UNOS VEINTICUATRO MESES PARA LA FLUCTUACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN ZARAGOZA

POR

JOSÉ DOMINGO Y QUÍLEZ

Al ilustre Ingeniero D. Manuel Lorenzo Pardo.

RESUMÉ

En appliquant la méthode de Wallen, l'auteur a trouvé une périodicité pour les variations avec le temps de la précipitation à Zaragosse. Cette périodicité lui permet de prévoir à longue échéance la valeur de la précipitation pour plusieurs mois, et groupant convenablement les mois, ces prédictions ont échoué une unique fois, et pour les mois d'été, lorsque les orages ont une marquée influence sur la accidentalité perturbatrice.

En faisant un périodogramme des observations on peut déduire pour valeur du période, vingt et quatre mois et demi à peu près et l'analyse harmonique n'a pas révéler l'existence des composantes inférieures à cet valeur.

Con el fin de poder suministrar, si ello fuese posible, datos previos de la cantidad de precipitación que es de esperar en toda o en regiones determinadas de la cuenca del río Ebro durante un cierto espacio de tiempo, por ejemplo, durante todos los meses o agrupaciones de esos meses en el año siguiente a la época de la previsión, datos que, de verse confirmados, podrían tener eficacia, que no es necesario remarcar, en los trabajos de la Confederación Hidrográfica de dicho río, hemos comenzado estudios sobre la marcha de la precipitación en Zaragoza, por ser de donde más fácilmente podríamos disponer de datos y el resultado de los mismos es el objeto de este trabajo.

Las vicisitudes por que ha pasado en cuanto a su instalación el pluviómetro proporcionador de los datos usados, ha hecho que nos decidiésemos de momento a manejar únicamente los tomados desde 1910 en adelante, en cuyo intervalo no ha variado, desde luego, dicha instalación; no obstante, esperamos proseguir este trabajo en otras series de años anteriores al 1910.

Si trazamos la gráfica de la supuesta función

$$h = f(t),$$

en que h es la altura mensual de precipitación observada, nos encontramos con la sabida arbitrariedad de las variaciones de dicha curva y la casi imposibilidad de sorprender en ella ninguna característica, acusada de periodicidad, que pudiera servir para uso de predicción. Para evitar esa marcha accidentada de los gráficos de precipitación, y con objeto de predecir las varia-

ciones de nivel de los lagos escandinavos, el meteorólogo sueco Axel Wallen empleó un procedimiento de extraordinaria sencillez, descrito con minuciosidad en su Memoria «Vanerns Vattenstandsvariationer», publicada en *Mendlanden Fran Hydrografiska byran*, Estocolmo, 1910, y en otra recientemente publicada en 1926 en el *Köppen-Hæft der Annalen der Hydrographie*. El método por Wallen empleado para las estaciones suecas ha sido el empleado por nosotros sobre los datos de Zaragoza, y consiste en colocar en los gráficos como ordenadas, no directamente h , sino una función de h de la mayor sencillez posible; sumas de h formadas como las siguientes:

$$S_i = h_i + h_{i+1} + \dots + h_{i+11} = \sum_i^{i+11} h_i$$

$$S_{i+1} = h_{i+1} + h_{i+2} + \dots + h_{i+12} = \sum_{i+1}^{i+12} h_i$$

con esto queda eliminado el período anual de la marcha de la precipitación, y, en cambio, la magnitud *relativa* de una cierta ordenada es sólo dependiente del valor de aquélla para un mes determinado.

Los valores de S_i para la precipitación de Zaragoza figuran calculados en las respectivas columnas del cuadro I, y la curva con ellos formada es la superior de la figura 1.^a

Una simple ojeada a esta curva nos pone de manifiesto la existencia bastante marcada de una periodicidad en la marcha de la misma. Pero descubierta dicha periodicidad, la predic-

ción de la cantidad de agua precipitada, en el transcurso de uno o varios meses posteriores al último que nos ha servido para el cálculo de la ordenada final de la curva, es inmediata, pues basta extrapolar un poco en la marcha de esa curva y observar en dicha prolongación la posición relativa de los puntos correspondientes a los meses para los que deseamos la predicción. Ya que es evidente que para todos aquellos pun-

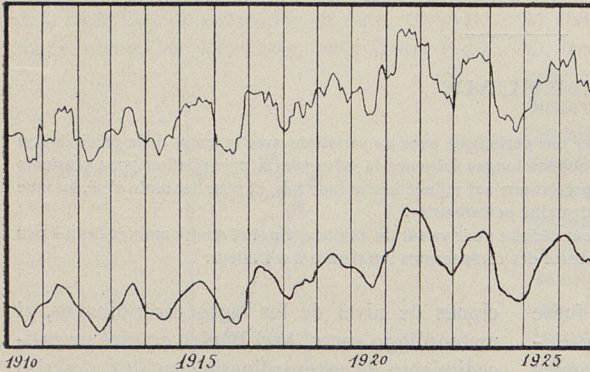


Figura 1.ª

tos que estén situados en una región de la curva tal que para ella,

$$\frac{dS_i}{dt} > 0,$$

es decir, figuren en una porción uniformemente creciente de la misma, se ha de verificar la relación

$$S_{i+1} > S_i;$$

o lo que es igual, la diferencia entre el valor de la ordenada de uno de esos puntos y la del inmediato anterior, será positiva en la región.

Pero el valor de semejantes diferencias es simplemente

$$S_{i+1} - S_i = \sum_{i+1}^{i+12} h_i - \sum_i^{i+11} h_i = h_{i+12} - h_i,$$

es decir, la diferencia entre el valor de la precipitación en un cierto mes y el que tuvo ésta en el mes correspondiente del año anterior, luego los puntos de una región probable para la curva con derivada positiva corresponden a precipitaciones también probablemente superiores a las conocidas para meses posteriores a ellos en un año; y para aquellos otros en que prejuzgamos se encontrarán en una región tal que

$$\frac{dS_i}{dt} < 0,$$

podremos esperar tendrán una precipitación en

déficit respecto a las de análogos retrasados en doce meses.

Naturalmente si nos encontramos en una zona próxima a los puntos máximos o mínimos definidos por ser

$$\frac{dS_i}{dt} = 0.$$

hemos de esperar poca desigualdad en las precipitaciones a venir respecto a las que ya acaecieron.

Por este mismo método descubrió Wallen para las precipitaciones en Estocolmo, un período de unos veintiocho meses, y pudo hacer las previsiones que anualmente realiza en Enero y Febrero para la marcha de aquéllas y los niveles de los lagos en el resto del año. Este último punto, de tan gran importancia en la regularización de los caudales fluviales, es el que nos ha decidido a aplicar el método a nuestras regiones y a realizar un estudio lo más detallado posible del mismo.

La dificultad en las previsiones realizadas siguiéndolo está en la marcha de la curva de las S , todavía no lo suficientemente regular para que pasen de muy problemáticas, las que sirviéndonos de ellas hagamos sobre un mes particular. Pero ya que no para un cierto mes podemos arriesgarnos en predecir para varios de ellos, pues fácilmente se ve de la magnitud de las irregularidades que es posible su desaparición, sin más que tomar para ordenadas, no los valores anteriores, en los que relativamente influyen sólo un mes, sino otros análogos a ellos y en los que influyan la precipitación conjunta de varios meses. Es natural que el camino más rápido a seguir fué el de hacer con las S_i lo mismo que para formar ellas se hizo con las h , y así calculamos inmediatamente para Zaragoza las funciones

$$\varphi_1(S_i) = \sum_i^{i+2} S_i \quad \text{y} \quad \varphi(S_i) = \sum_i^{i+4} S_i;$$

con la primera de éstas todavía existían irregularidades, aunque grandemente disminuídas en magnitud y número, y con la segunda, cuyos valores se pueden observar en el cuadro I, dibujamos en la curva anterior de la figura 1.ª En ella se observa una regularidad grandemente notable en un fenómeno de apariencia tan com-

pleja en su marcha como es este de la precipitación, y se comprende ahora el éxito que pueden tener las previsiones a largo plazo—que sin embargo para lograr ese éxito creemos es arriesgado prolongarlas más de un año—de la cantidad a recoger en el transcurso de varios meses consecutivos.

En esa curva parece ponerse de manifiesto la existencia de una onda de período bastante grande, pero para fijar el cual carecemos de elementos de juicio, sirviéndonos solamente de los datos utilizados, más la que esperamos poder investigar, caso de ser cierta su existencia, utilizando series más extensas de observaciones.

Por de pronto la serie actual nos proporciona los medios suficientes de averiguación de períodos menores. El estudio simple de nuestra curva nos permitía ya suponer la existencia de uno cuyo valor no era distante a los veinticinco meses.

Sin embargo, hemos querido aplicar un método de análisis muy apropiado para dar importantes resultados al ser empleado en fenómenos como algunos meteorológicos que pueden ser susceptibles de periodicidades, pero la existencia de las cuales no es tan clara que permita fácilmente la utilización de los caminos corrientes del análisis armónico.

Es sabido que la aplicación directa del teorema integral de Fourier resuelve el caso antedicho, siempre que representando la curva de las observaciones por $f(t)$ desde $t = -T$ a $t = T$ apliquemos dicho teorema a una vibración definida por ser igual a $f(t)$ en tal intervalo e igual a cero fuera del mismo, pues entonces la energía de esta vibración comprendida entre las frecuencias $\frac{\alpha}{2\pi}$ y $\frac{\alpha + d\alpha}{2\pi}$ es proporcional a $R^2 d\alpha$, en donde

$$R^2 = \left[\int_{-T}^T f(t) \cos \alpha t dt \right]^2 + \left[\int_{-T}^T f(t) \sin \alpha t dt \right]^2.$$

Una vez evaluadas estas integrales—por la regla de Simpson u otro método cualquiera de cuadraturas—para un gran número de valores de t y formado un gráfico con R^2 para ordenadas y α para abscisas, tendremos el llamado *periodograma* de la curva original de observaciones, y que como fácilmente se ve no significa

sino la distribución de la energía en el espectro de la vibración que con esas observaciones definimos. Pero la construcción de periodogramas por este método no sería práctica, y nosotros hemos seguido para nuestra curva el empleado por Schuster en casos semejantes de investigación de periodicidades. Este método surge al pensar que en nuestro caso particular no interesa el conocimiento de dicha distribución continua de energía, sino de aquellos puntos en que es máxima y que revelan, por tanto, la existencia de un armónico de esa frecuencia en nuestra curva, pudiendo, pues, sustituir la función subintegral por otra que simplifique el cálculo siempre que su introducción no produzca modifica-

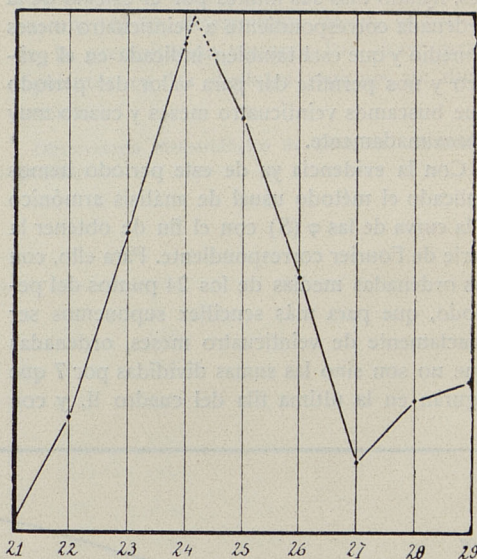


Figura 2.a

ciones en la situación de los puntos de máxima del periodograma. Para no entrar en particularidades del fundamento del procedimiento práctico (1) diremos solamente que estas funciones son tales que son cero en todo un período, salvo en las proximidades de un punto, con lo que la molestia de integrar se reduce a la simple suma de los valores $f(t)$ para los que dichas funciones no se anulan. La marcha a seguir está claramente conocida por el cuadro II, donde se halla la forma de calcular la ordenada correspondiente al período de veinticuatro meses sin

(1) Puede ser consultada para ello la obra de Whittaker and Robinson *Calculus of Observations*.

más que hallar la diferencia de los valores extremos de las sumas en él contenidas. Esta ordenada es, pues, como allí mismo se indica,

$$A_{24} = 3748 - 2601 = 1147.$$

De la misma forma hemos calculado las ordenadas análogas para supuestos períodos de valor desde veintiuno a veintinueve meses, obteniendo los resultados siguientes:

Período	21	22	23	24	25	26	27	28	29
A	311	500	823	1147	1010	736	410	534	562

Con estos valores construimos el periodograma de la figura 2.^a, en donde se ve acusado el período de entre veinticuatro a veinticinco meses; fijando más sus límites por el cálculo de la ordenada correspondiente a veinticuatro meses y medio y que está también indicada en el gráfico y nos permite dar para valor del período que buscamos veinticuatro meses y cuarto muy aproximadamente.

Con la evidencia ya de este período hemos aplicado el método usual de análisis armónico a la curva de las $\varphi(S)$ con el fin de obtener la serie de Fourier correspondiente. Para ello, con las ordenadas medias de los 24 puntos del período, que para más sencillez suponemos ser exactamente de veinticuatro meses, ordenadas que no son sino las sumas divididas por 7 que figuran en la última fila del cuadro II, y con

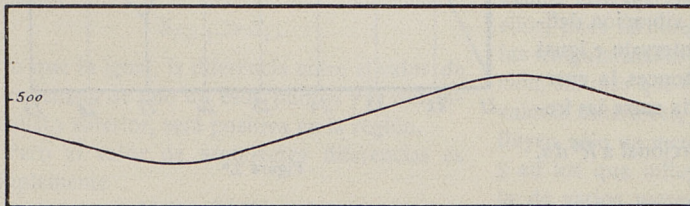


Figura 3.^a

las que dibujamos la curva de la figura 3.^a, hemos calculado los coeficientes desconocidos de la serie

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos t + a_2 \cos 2t + \dots \\ + a_p \cos 12t \\ + b_1 \sin t + b_2 \sin 2t + \dots \\ + b_p \sin 12t$$

que podemos suponer pasa por esos 24 puntos.

Esos coeficientes es sabido vendrán dados por las fórmulas

$$a_0 = \frac{\sum S_p}{12} \quad a_n = \frac{1}{12} \sum S_p \cos \frac{pn\pi}{12} \\ b_n = \frac{1}{2} \sum S_p \sin \frac{pn\pi}{12};$$

pero este cálculo se facilita mediante esquemas contruídos apropósito. (Estos coeficientes para nuestra curva han sido calculados por el meteorólogo Sr. Pita, sirviéndose para ello de unos esquemas de disposición ideada por el igualmente meteorólogo Sr. Junco, y que aventajan grandemente, tanto por la sencillez de su forma como por lo que favorecen los cálculos, a cuantos hemos podido ver en los varios tratados consultados. Por este trabajo, así como por las facilidades que me proporcionó para realizar el mío, le quedo altamente reconocido al primero de dichos señores.)

De la pequeñez obtenida para los restantes coeficientes, se dedujo que nuestra curva puede traducirse bien por la fórmula

$$y = 455 + 78 \sin(t + 186^\circ)$$

En el cuadro III se encuentran, bajo las columnas encabezadas con la letra *P*, las previsiones que, deteniendonos en la curva y extrapolándola antes de proseguir el dibujo de la misma, hemos podido hacer para cada uno de los trimestres de los años indicados, haciendo resaltar los tres únicos casos de los 15 previstos, en que la previsión hubiese sido errónea.

Hubiésemos alcanzado, por tanto, un 80 por 100 de acierto en esta previsión trimestral. Pero en el cuadro IV se consignan los resultados obtenidos agrupando los meses en la forma indicada en dicho cuadro, y se observa que sobre

las 11 realizadas sólo hay una errónea, y ésta en meses de verano, turbados por la anomalía de las tormentas locales, con lo que se elevan las probabilidades de éxito a un 91 por 100. Claro que, en la forma en que están anotadas dichas previsiones, apenas si suministran algo más que una indicación sobre la magnitud de la precipitación, pero se comprende fácilmente que para completarlas basta observemos la variación en ordenadas de los puntos de la curva extrapolada y podemos prever la cantidad aproximada de esa precipitación. Cita-

remos como único ejemplo, para no prolongar demasiado este trabajo, las previsiones que para los meses de Septiembre a Diciembre, ambos inclusive, se pudieron realizar del simple examen de la curva.

En el año 1924 los puntos correspondientes a esos meses, era evidente, debían estar en una porción descendente, prolongación del descenso iniciado unos meses antes, de esta forma era de esperar para ellos una precipitación en unos 50 milímetros, inferior a la de análogos del año anterior, en el cual se recogieron en estos meses 130,1 milímetros; hubiéramos, pues, dado como probable la cantidad de unos 80 milímetros. Y la precipitación, en realidad, fué 93 milímetros. Análogamente, en 1925, la prevista para esos meses hubiese sido de unos 155 milímetros, y la real fueron 140; en 1926, previsión, 95 milímetros, y recogida, 119; y, finalmente, para tales meses de Septiembre a Diciembre del año actual, se prevé en Zaragoza una precipitación de 100 milímetros, que, si es realizada, nos habrá permitido calcular con éxito la marcha de

la precipitación durante 1927, ya que, para sus cinco primeros meses, preveíamos se recogerían unos 65 milímetros, que si bien estuvo en déficit sobre el real, 88 milímetros, el error, como se ve, fué solamente de 4,6 por mes, y para los meses de Junio, Julio y Agosto suponíamos 60 milímetros, siendo los recogidos 78, deduciéndose, por tanto, que durante los ocho primeros meses del año actual el error medio mensual de nuestras previsiones es de unos cinco milímetros.

Esperamos poder proseguir (apenas tengamos los datos de los últimos años y de los que hoy carecemos) con estas investigaciones para otras estaciones de la cuenca del Ebro, las que tal vez nos permitan poder predecir, con muchas probabilidades de éxito a principios de cada año o en una época determinada de él, la marcha de la precipitación durante los doce meses siguientes en las distintas regiones de dicha cuenca.

Observatorio Meteorológico de Zaragoza. Noviembre de 1927.

Cº I.

MESES	1910		1911		1912		1913		1914		1915		1916		1918	1919		1920		1921		1922		1923		1924		1925		1926		
	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$		S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	S	$\frac{\varphi(S)}{5}$	
Enero.....	362	366	364	366	366	356	382	368	339	351	434	421	359	374	512	404	540	506	516	508	548	569	688	680	454	506	635	563	430	414	612	616
Febrero....	367	365	366	373	363	346	362	378	351	345	467	439	329	345	500	401	540	520	519	503	579	595	682	644	573	538	481	519	441	439	643	617
Marzo.....	382	346	348	394	362	328	371	395	370	334	437	448	331	329	502	416	498	530	532	487	571	620	689	620	580	559	469	477	450	462	620	611
Abril.....	365	328	440	411	294	307	411	411	326	329	456	456	325	332	507	436	535	536	477	469	718	656	548	589	635	594	427	432	510	487	658	598
Mayo.....	267	313	460	426	266	287	458	431	296	326	459	462	310	313	510	442	548	544	441	454	736	680	542	560	601	606	423	425	530	508	571	580
Junio.....	268	293	451	448	258	269	463	446	315	324	469	469	312	312	474	443	569	558	426	436	726	714	535	524	631	618	411	415	553	529	549	564
Julio.....	293	285	439	443	264	275	463	448	332	332	499	473	299	315	509	455	582	553	444	436	699	711	538	515	632	619	432	411	548	542	553	544
Agosto....	282	302	462	441	274	286	446	432	361	347	472	474	327	335	486	454	565	549	443	459	739	710	505	506	639	631	422	404	551	553	540	530
Septiembre.	327	329	412	420	321	306	422	410	364	356	476	474	338	346	451	450	512	536	475	491	712	710	506	494	645	634	414	398	585	570	556	523
Octubre....	349	342	454	404	320	328	378	388	371	373	462	452	340	385	483	466	526	515	555	524	723	703	496	486	658	634	386	394	589	586	501	519
Noviembre.	406	358	346	384	363	350	353	367	364	387	473	430	435	422	443	489	504	506	587	545	729	693	477	476	644	633	385	396	638	596	513	523
Diciembre.	357	366	355	375	373	358	352	352	414	408	388	400	496	455	400	500	479	507	609	566	664	687	499	430	633	600	411	401	613	609	536	513

Cº II.

366	365	346	328	313	293	285	302	329	342	358	366	373	394	411	426	448	443	441	420	404	384	375
356	346	328	307	287	269	275	286	306	328	350	368	378	395	411	431	446	448	432	410	388	367	352
551	345	334	329	326	324	332	347	356	373	387	421	439	448	456	462	469	473	474	474	452	430	400
374	345	329	332	313	312	315	335	346	385	422	487	501	504	496	498	495	484	478	472	450	430	416
404	401	416	436	442	443	455	454	450	466	489	506	520	530	536	544	558	553	549	536	515	506	507
508	503	487	469	454	436	436	459	491	524	545	569	595	620	656	680	714	711	710	710	703	693	687
680	644	620	589	560	524	515	506	494	486	476	406	538	559	594	606	618	619	631	634	634	633	600
3.039	2.949	2.860	2.790	2.695	2.601	2.613	2.689	2.772	2.904	3.027	3.123	3.344	3.450	3.560	3.647	3.748	3.731	3.715	3.656	3.546	3.443	3.337

$A_{24} = 374 = 1147$

Cuadro III.

AÑOS	1.º		2.º		3.º		4.º	
	P	O	P	O	P	O	P	O
1924.....	> 37	62,7	< 53	29,1	< 242	33,8	< 63	67,8
1925.....	< 63	16,9	> 29	72,8	> 34	61,7	> 68	105,9
1926.....	> 17	47,4	> 73	95,8	= 62	69,7	< 106	108,1
1927.....	< 47	51,1	< 96	76,0	< 70	40,2	< 108	

Cuadro IV.

AÑOS	1.º, 2.º, 3.º, 4.º, 5.º		6.º, 7.º, 8.º		9.º, 10, 11, 12	
	P	O	P	O	P	O
1924.....	> 89	89,6	< 174	9,8	< 130	93,8
1925.....	< 90	68,6	> 10	48,3	> 94	140,4
1926.....	> 69	123,9	= 48	77,8	< 140	119,3
1927.....	< 124	88,3	< 78	70,4	< 119	

CRÓNICA DE UN VIAJE DE ESTUDIOS

POR

JOSÉ MARÍA LORENTE

DOCTOR EN CIENCIAS Y AUXILIAR DE METEOROLOGÍA

(Continuación.)

Método de lanzamiento.—El método de lanzamiento es, en esencia, el mismo que emplean los niños, pero perfeccionado. Ahora bien, como se usan dos clases de cometas, la principal y las secundarias, hay que hablar del procedimiento para cada una de ellas.

La principal se lanza del siguientes modo: Se une el extremo del alambre que está arrollado en el torno a las bridas de la cometa, y los dos hombres portadores de la misma se alejan unos 200 metros, cuando hace viento fuerte o moderado, y unos 400, cuando sopla débil, y, a una señal del maestro cometero que maneja el torno, la lanzan con violencia al aire, a la vez que el tambor, movido con un motor eléctrico, comienza a recoger alambre rápidamente. En cuanto la cometa se mantiene en el aire, se para el motor y se deja que se vaya desarrollando el alambre por la tracción de la cometa. El alambre resiste hasta 200 kilogramos de tensión, pero hay que vigilar para que no pase de unos 40 o 50, y así alejar todo peligro de rotura.

De ese accidente temible merece hablarse con detenimiento. La rotura se produce, en la mayoría de los casos, al pasar la cometa repentinamente de una capa de aire a otra de diferente velocidad. Es esencial, por lo tanto, seguir la marcha de las variaciones de velocidad de esas capas aéreas. Para ello se emplea un método que, aunque poco exacto, es lo suficientemente aproximado. Ya Köppen halló que entre la velocidad v de la capa de aire que sustenta la cometa, y la tracción z que ejerce ésta en el alambre existe la relación aproximada $v = \frac{z}{2}$.

Estudios posteriores de Stüve (véase *Anuario de Lindenberg*, tomo IX) han probado que esa relación debe sustituirse por esta otra, más precisa, $v^2 = a_1 z$, la cual contiene el término a_1 , que depende del tamaño de la superficie sustentadora. Esta fórmula se ha tabulado para cada tipo de cometa, y para mayor facilidad se

han construido unos gráficos en ejes cartesianos, en los que las abscisas representan las velocidades y las ordenadas las tracciones (fig. 17). Como se comprende, en un mismo gráfico se pueden dibujar varias curvas, cada una de las

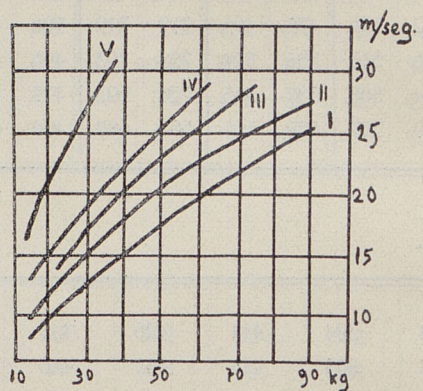


Figura 17.

cuales corresponderá a uno de los tipos de cometas que se manejen. Sin más que seguir, pues, las indicaciones del dinamómetro se tiene la *velocidad de las corrientes de aire* a diferentes alturas. No es preciso decir que si se observase que esta velocidad había aumentado bruscamente, se han de aflojar los frenos del tambor del alambre para dar rápida salida a éste. Si, por el contrario, la velocidad disminuyese mucho, bastaría para la salida del alambre. Sólo la práctica puede conducir a un perfecto acoplamiento a la realidad. Por eso en el Observatorio de Lindenberg, como el personal científico que antes dirigía los lanzamientos se renovaba a veces con frecuencia, se acudió al sistema de nombrar a dos maestros-cometeros que, buenos mecánicos, realizan esos lanzamientos tres veces al día, y con éxito rotundo desde hace varios años, dejando así libre el tiempo al personal científico para dedicarse a las investigaciones.

De cuando en cuando, determinase la altura a

que se halla la cometa. Para ello, también Köpen ha encontrado que, aunque la forma que toma el alambre es el de la curva llamada catenaria, la distancia de la cometa al torno se puede determinar con suficiente aproximación, sin más que descontar un 2 por 100 de la longitud del alambre desarrollado. Con esta longitud y el ángulo de altura que se obtiene apuntando a la cometa mediante un elementalísimo cuadrante con pé-

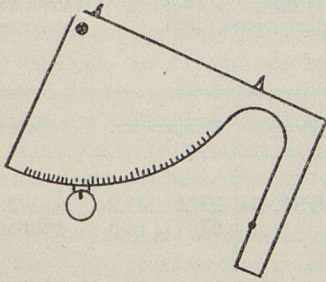


Figura 18.

dulo (fig. 18), que no aprecia más que grados sexagesimales enteros (las décimas a estima), ya se tienen los dos elementos del triángulo rectángulo, uno de cuyos catetos es la *altura de la cometa sobre el suelo*. La regla del cálculo facilita la determinación.

Cuando se observa que la cometa principal ya no sube más se procede a enganchar la secundaria. Esta va provista de un alambre de sólo unos 40 metros. Lánzase entre dos hombres como si fuese una cometa de juguete y cuando ya está en el aire entonces el cabo de ese alambre se empalma en el de la cometa principal por medio del aparato de seguridad de que se habló en la sección primera al describir los accesorios. Síguese determinando con intervalos de pocos minutos la altura que va tomando la cometa principal y cuando vuelve a estabilizarse en una capa se engancha otra cometa secundaria y así hasta tres o cuatro de éstas.

La máxima altura alcanzada depende, claro es, de la velocidad del viento en las alturas. Si después de colocadas las tres o cuatro cometas secundarias la cometa principal ya no sube, o antes, si los tirones que diese del alambre son peligrosos, se procede a arrollar éste en el tambor por medio del motor eléctrico. Se procura que la velocidad de arrollamiento sea lo más uniforme posible porque así las curvas que quedan marcadas en el meteorógrafo no presentan oscilaciones debidas a los cambios de altura

como ocurre con las correspondientes a las de ascenso. La velocidad vertical con que desciende la cometa no conviene que pase de 1,5 metros por segundo para que la inercia de los registradores no sea causa de indicaciones falsas de los mismos.

Al ir bajando la cometa se hacen también cada uno o dos minutos determinaciones de la altura a que se va encontrando y de la velocidad del viento por el que atraviesa. En el momento que llega junto al torno uno de los empalmes de las cometas secundarias separa la entrada del alambre y con una polea de mano (fig. 19), se va haciendo descender el alambre de la cometa secundaria, la cual es recibida por un ayudante antes de llegar al suelo. Vuélvese a girar el torno hasta que llega otra cometa secundaria y así sucesivamente. La principal lleva pendiente una cuerda de unos 10 metros de largo, cuyo cabo sujeta el ayudante cuando la cometa está cayendo y sirve para evitar un descenso muy brusco que produjese la rotura del meteorógrafo.

Falta añadir que cada vez que se hace una

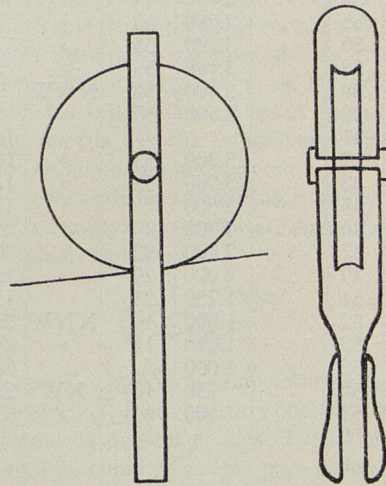


Figura 19.

medición de altura se determina la *dirección del viento*, que sustenta la cometa, apuntando para ello con el brazo a ésta y comparando la dirección del mismo con los rumbos que están marcados alrededor de la cesta del torno mediante filas de ladrillos puestas de canto y enterrados hasta casi el borde.

En resumen, se va determinando en cada momento la *velocidad* y la *dirección* de la capa de aire en que se halla la cometa y la *altura* a que se encuentra ésta. También se va anotando la

COMETA, GLOBO O AVIÓN, APARATO NÚM. LANZAMIENTO NÚM.

Día a h. min.

TIEMPO		Cometa. Globo. Avión. Kg.	Longi- tud de alambre.	Angulo de altura.	Azimut.	Trac- ción.	Veloci- dad. m/s	OBSERVACIONES EN TIERRA AL SALIR			
Hora.	Min.							Tempo,	1 h. 3 Temperatura, 16°0	Barómetro, 761,5 Corrección, 3,2 758,3	
								Viento.	Temperatura.	Nubosidad.	
13	13							ESE 3	23°6 57 ⁰ / ₀	17°2 11,5	Cu — 2 ∞° visi- bilidad 12 km.
	23										
	26										
	27		250	52°	NW	18	4,8				
	28		500	49	»	15-18	4,5				
	29		900	60	NNW	14	4,4	ESE 4	23°6 52 ⁰ / ₀	17°0 11,2	Cu — 2 ∞°
	30		1.150	59	»	13	4,0				
	32		1.400	58	NNW	10	4,8				
	33		1.750	58	NW	8	4,5				
	34		2.150	54	»	8	4,8				
	35		2.500	55	»	7	4,0				
	36		3.800	55	»	7	4,2				
	38		3.100	55	»	5	4,0				
	39		3.400	56	NNW	5	1,3				
	40		3.500	56 ¹ / ₂	»	5	0				
	41				»	10					
	42		3.300	53	»	10	4,0				
	43		3.000	53	»	12	3,0				
	45		2.800		»	15	3,0				
	46		2.500		»	20-25	2,6				
	47		2.400	33	»	20-25	2,2				
	49		2.000	29		15-20	3,6				
	51		1.750	25		15-20	4,0				
	52		1.500	19	NNW	25-30	3,0				
	53		1.250	13	»	25-30	3,0				
	55		1.000			20-25	2,7	E 4	24°4 51 ⁰ / ₀	17°6 11,7	Cu — 2 ∞°
	56		750	10	NW	25-35	2,5				
	57		500	66	»	25	3,0				
14	0							ESE 3	23°8 79 ⁰ / ₀	16°8 10,8	Cu — 2 ∞° visi- bilidad 12 km.
	6										

Alturas.	300	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	Observaciones en tierra al llegar.
	ES 5	ES 6	SSE 3	SSS 4	ES 4	SE 4	SSE 4			Tempo, 2 h. 15 m. Temperatura, 16°
										Barómetro, 761,1 Corrección, 3,2 757,9

dirección y velocidad del viento en la superficie, pero no en todos los momentos sino en aquéllos que presentan alguna variación notable. Todos estos datos se consignan en un impreso que, traducido, reproducimos aquí. (Los datos impresos en letra bastardilla son de un caso práctico.)

También se realizan lanzamientos nocturnos, en los cuales se sigue la cometa con el haz de luz de un potente reflector eléctrico.

Meteorógrafo y gráfico representativo de los sondeos.—El meteorógrafo que llevan las cometas es el construido por Bosch, aparato perfectamente conocido en España por haberse usado y usarse a veces todavía en los sondeos de la atmósfera con globo libre. Registra, como es sabido, la presión, la temperatura, la velocidad media del viento y la humedad relativa.

De este último elemento *no se puede prescindir* porque de él se deduce la humedad específica, de la que luego se hablará al tratar de la determinación de los cuerpos de aire.

Cada uno de los meteorógrafos es comparado de vez en cuando en el laboratorio. Trázase en un gráfico una serie de curvas que corresponden a la presión, temperatura, etc. Con este gráfico se puede luego, sin llevar el meteorógrafo cada vez al laboratorio, determinar la presión, la temperatura, etc., en cada uno de los minutos del sondeo. La explicación con detalle de todas estas comparaciones se hallan contenidas en el folleto *Los métodos de observación del meteorólogo moderno (Die Beobachtungsmethoden des modernen Meteorologen)*, del Dr. M. Robitzsch, de Lindenberg, explicaciones que no podemos transcribir aquí íntegras por su extensión ni extraer sin pérdida de la claridad y precisión necesarias, pero que facilitaremos con el mayor gusto al que se halle interesado en este tema

Además de esa comprobación en el laboratorio, antes de colocar el meteorógrafo en la cometa se le lleva a una garita situada a pocos pasos del torno y se le somete a una corriente de aire de velocidad conocida. A los pocos minutos se leen los dos termómetros de un psicrómetro allí colocado y también la presión que marca el barómetro. Además se gira un poco el tambor del meteorógrafo para que cada uno de los estiletes que van marcando las curvas y el fijo que traza la línea de fe señalen un trazo correspondiente a dicha temperatura, presión, etcétera

Cuando se termina el lanzamiento se vuelve a llevar a la garita el meteorógrafo y se repite la comparación.

Antes de quitar la banda del tambor se va colocando éste en varias posiciones correspondientes a los puntos más notables de las curvas marcadas, y en ellos se hacen girar los estiletes para que queden marcados trazos que señalen cuáles son los puntos simultáneos de esas curvas.

Luego se retira la banda y se fija el negro de humo que la recubre por medio de una disolución alcohólica de colodión.

Esta banda es llevada inmediatamente al meteorólogo de servicio, el cual elige una serie de puntos simultáneos de las curvas. Para determinar cuáles cumplen esta condición basta con señalar con las puntas de un compás los que estén equidistantes de los trazos que citamos en el penúltimo párrafo. Luego en cada uno de esos puntos se determina la presión, la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento utilizando los gráficos de comparación que hemos dicho se trazan en el laboratorio.

Los resultados obtenidos de presión, temperatura y humedad se llevan a un gráfico igual al que representa la figura 20.

Este gráfico contiene cuatro redes de línea. La primera, la de las paralelas verticales y equidistantes numeradas en el eje de las abscisas de 10 en 10° c. La segunda, la de las paralelas horizontales distribuidas en escala logarítmica y numerada a la derecha en milibares y a la izquierda en milímetros de mercurio.

La tercera es de las adiabáticas, o sea, las curvas de la temperatura potencial, obtenidas por la fórmula de Poisson,

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0,288}$$

en la que T_2 y p_2 son la temperatura y la presión reales, y T_1 la temperatura potencial, suponiendo que la presión p_1 fuese 750 milímetros de mercurio, como se acepta para acomodarse a los métodos de cálculo de Bjerknes. Esta red va numerada por esas temperaturas potenciales de -40° a 50° . La cuarta red es la de la humedad específica, y está dibujada en líneas de puntos, trazadas según la fórmula

$$S = 0,623 \frac{e}{b - e \cdot 0,377}$$

en la que e representa la tensión del vapor de agua, y b la presión atmosférica. Esta red va numerada en gramos de agua contenidos en un kilogramo de aire húmedo.

Veamos ahora la manera de graficar el sondeo sobre estas redes. En primer lugar, con los datos de presión y temperatura que da el meteorógrafo para cada momento, se va trazando la curva *tt*. Si se quisiera precisar más, deberíase convertir cada temperatura real en virtual; es decir, en aquélla que habría de tomar el aire para no variar de densidad si se le privase del vapor de agua que contiene, temperatura que se halla mediante la fórmula:

$$T' = T(1 + 0,377 \frac{e}{b}),$$

en donde *T'* es la temperatura virtual, *T* la real, *e* la tensión del vapor y *b* la presión atmosférica.

la horizontal correspondiente a la presión de 800 milibares. En esa horizontal se halla una escalilla de puntos cada vez más próximos y el punto que nosotros hemos señalado en ella se encontrará entre dos de la misma. Pues bien, la distancia entre estos dos es precisamente la diferencia entre la temperatura real y la virtual.

Después de trazar la curva *tt*, se dibuja la *FF* de la humedad relativa tomando para ello como coordenadas los datos de humedad y presión dados por el meteorógrafo.

Con la temperatura y la humedad relativa se calcula en unas tablas psicrométricas la tensión del vapor en milímetros y con este dato y la pre-

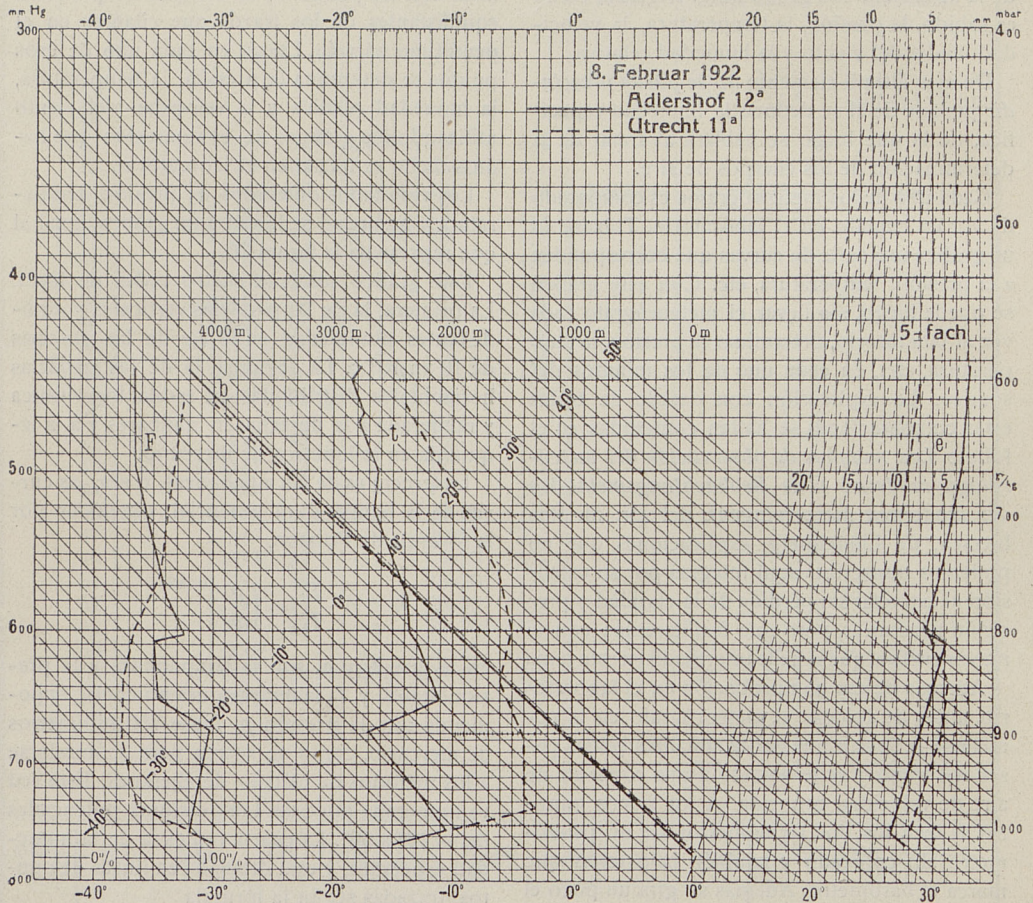


Figura 20.

Sin necesidad de cálculos el gráfico da esta temperatura de la siguiente manera: Supongamos que un momento dado se ha registrado una presión de 800 milibares y una temperatura de 10°. Con estos datos como coordenadas se busca en el gráfico un punto que estará, como es natural, en

la horizontal correspondiente a la presión de 800 milibares. En esa horizontal se halla una escalilla de puntos cada vez más próximos y el punto que nosotros hemos señalado en ella se encontrará entre dos de la misma. Pues bien, la distancia entre estos dos es precisamente la diferencia entre la temperatura real y la virtual.

Fáltanos, ahora, la curva marcada con las letras *pp*, que es la llamada curva de las alturas. Ésta puede dibujarse por un método absolutamente gráfico o por un método mixto, auxiliándose de las tablas de Ejerknæs. En la práctica este último procedimiento es el que se emplea. El método gráfico le describe G. Stüve en su artículo: «Investigaciones aereológicas encaminadas a la diagnosis del tiempo» (Aerolosgiche Untersuchungen zum Zwecke der Weterdiagnose. *Anuario del Observatorio de Lindenberg*, tomo XIV) del siguiente modo:

La circunstancia de que el gradiente adiabático es, para el aire seco, de un grado por cada cien metros, da la posibilidad de determinar las alturas por medio de la curva de presión-temperatura que se ha dibujado, y con auxilio de la de presión-humedad. Se debe, pues, en conformidad con lo que acabamos de decir, tomar una escala de alturas, de tal modo, que a cada grado centígrado corresponda un intervalo de cien metros (véase en el gráfico cómo están marcadas las alturas sobre una horizontal). Si tuviésemos una atmósfera con gradiente adiabático, entonces la curva presión-temperatura sería también curva de alturas, suponiendo que se habían hecho coincidir los puntos iniciales.

Para fijar la diferencia de alturas correspondiente a un intervalo de presión no es preciso conocer el gradiente térmico, sino que basta con determinar la temperatura media de ese intervalo. Esta se halla geoméricamente eligiendo en la curva presión-temperatura los segmentos comprendidos entre cada dos inversiones, o los segmentos que forman esas inversiones, ya que dentro de ambas clases el gradiente casi no varía. En la figura están marcadas esas temperaturas medias con unos círculos. Trázanse luego por estos puntos las adiabáticas que por ellos pasan, comprendidas dentro de los intervalos de que se trate, y después se trasladan paralelamente esos trozos unos a continuación de otros, y resulta la curva deseada, que da las alturas correspondientes a cada punto.

El método numérico se practica del siguiente modo: se toma la presión en el momento de empezar (o de terminar) el lanzamiento, o sea, por ejemplo (este caso, *no* el de la figura 20), 762 milímetros y la tabla 14 A de las publicadas por Bjerknæs nos da la altura a que se encuentra en ese momento la superficie de 1.000 milibares sobre la estación. En este caso resulta ser de 123 metros. Luego hay que hacer una corrección. Para ello hay que trazar la curva

de la temperatura virtual y tomar la media de toda la capa comprendida entre el suelo y esa altura hallada. Téngase presente que esta temperatura es casi la del suelo cuando la superficie de 1.000 milibares está muy cerca de él. Si no lo estuviese, habría que añadir a la temperatura junto a la tierra una cierta cantidad en conformidad con el gradiente que da el mismo meteorógrafo. Sea en nuestro caso 25° la temperatura media virtual. Entonces las tablas 12 M, de Bjerknæs, dan la corrección buscada, que es aquí + 11.

Si además la altura de la estación sobre el mar fuese, por ejemplo, 39 metros, tendríamos en total:

39
123
11

Altura de la superficie de 1.000 milibares
sobre el nivel del mar..... .. .
173

Ahora tenemos que hallar la altura de cada una de las otras superficies: de 900, 800, 700, 600 milibares, etc.

Para ello calculamos la distancia en metros dinámicos entre cada dos consecutivas, suponiendo que la temperatura virtual media de toda la capa comprendida entre cada dos es la misma que la de la temperatura real. Para hallar ésta en la curva de la temperatura se busca la temperatura media aproximada en grados y sin décimas. Con este dato se va a la tabla 9 M de Bjerknæs y se busca la distancia en metros dinámicos entre cada dos de esas superficies.

Para calcular luego las alturas geométricas basta añadir a las dinámicas su 2 por 100. La razón de esto se halla en que el valor de *g* no es 10, sino 9,8; es decir, que hay que tener presente la diferencia 0,2.

Se presenta la dificultad de que desde la última capa hasta donde termine el lanzamiento de la cometa puede ocurrir que no haya un número exacto de centenar de milibares. En ese caso lo que se hace es proceder como si la última capa de 600,500... milibares fuese el suelo y se resta en vez de sumar.

La razón de las últimas reglas está en la fórmula

$$dp = -\rho g dh;$$

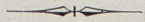
y como $\rho = \frac{p}{RT}$, sustituyendo e integrando

$$l \frac{p_1}{p_0} = \frac{g}{RT} (h_0 - h_1) = \frac{-g}{RT} \Delta h.$$

Aquí se supone que g y R no varían con la altura y que T es la temperatura media, por decirlo así, virtual de la capa. En estratos no muy gruesos se puede suponer que la temperatura varía linealmente con h , y entonces T es el promedio entre las temperaturas virtuales de las superficies que limitan el estrato. A su vez ésta es, con una aproximación de un grado, poco

más o menos, igual a la temperatura media actual de ese estrato, y como las tablas van de 10 en 10°, basta esa aproximación.

Nos falta ahora añadir que en el mismo gráfico y a la izquierda se traza otra curva, que es la de velocidades de la capa de viento en cada una de las alturas y una flechita indicadora de la dirección del viento.



EL BARÓMETRO Y SU MANEJO

POR

NICOLÁS SAMA

(Continuación).

de Domme, sino aun con el mismo mercurio y en la misma vasija que había llevado allí, y encontré siempre el mercurio á la misma altura de 26 pulgadas y 3 líneas y media, que se había encontrado durante la mañana, lo que nos acabó de confirmar la certeza del experimento.

»Al día siguiente el T. R. P. de la Mare, Prelado del Oratorio y Teólogo de la Iglesia Catedral, que había estado presente á lo que había sucedido en la mañana del día precedente en el jardín de los Mínimos, y á quien yo había enterado lo que había sucedido en el Puy de Domme, me propuso hacer el mismo experimento al pie y en lo alto de la más alta de las torres de Nuestra Señora de Clermont para probar si allí había diferencia. Para satisfacer la curiosidad de un hombre de tan gran mérito y que ha dado á toda Francia prueba de su capacidad, hice el mismo día el experimento ordinario del vacío en una casa particular, que está en el lugar más alto de la población, elevada por encima del jardín de los Mínimos de diez á siete toesas, y al nivel del pie de la torre. Encontramos allí el mercurio á la altura, aproximadamente, de 26 pulgadas y 3 líneas, que es menor que la que se ha encontrado en los Mínimos, aproximadamente, media línea.

»A continuación he hecho el experimento en lo alto de la misma torre, elevada por encima de su pie 20 toesas, y por encima del jardín de los Mínimos, aproximadamente, 26 ó 27 toesas, encontré allí el mercurio á la altura de 26 pulgadas y una línea, que es menor que la que se había encontrado al pie de la torre, aproximadamente 2 líneas, y de la que se había encontrado en los Mínimos 2 líneas y media.

»De suerte, que para tomar y comparar en

conjunto las diferentes elevaciones de los lugares, donde los experimentos se han hecho, con las diversas alturas de mercurio que ha quedado en los tubos se encuentra:

»Que en el experimento hecho en el lugar más bajo, el mercurio permanecía á la altura de 26 pulgadas 3 líneas y media.

»En la que ha sido efectuada en un lugar elevado por encima del más bajo, aproximadamente 7 toesas, el mercurio permaneció á la altura de 26 pulgadas 3 líneas.

»En la que ha sido hecha en un lugar elevado por encima del más bajo, aproximadamente 27 toesas, el mercurio se encontró a la altura de 26 pulgadas una línea.

»En la que se efectuó en lugar por encima del más bajo, aproximadamente 150 toesas, el mercurio se encontró á la altura de 25 pulgadas.

»En el que se hizo en un lugar elevado por encima del más bajo, aproximadamente 500 toesas, el mercurio se encontró á la altura de 23 pulgadas y 2 líneas.

»Se encuentra, por tanto, que aproximadamente siete toesas de elevación dan de diferencia de altura en el mercurio, media línea.

»Aproximadamente 27 toesas, 2 líneas y media.

»Aproximadamente 150 toesas, quince líneas y media, que hacen una pulgada 3 líneas y media.

»Y aproximadamente 500 toesas, 37 líneas y media, que hacen 3 pulgadas una línea y media.

»He aquí la verdad de todo lo que ha pasado en este experimento, del cual todos los señores que han asistido, le firmarán la relación cuando usted lo desee.

»Además, tengo que decirle, que las alturas del mercurio han sido tomadas muy exactamente, pero las de los lugares donde los experimen-

tos se han hecho, lo han sido bastante menos.

»Si yo hubiese tenido tiempo y facilidades las hubiese medido con más precisión y aun hubiese marcado sitios en la montaña de 100 en 100 toesas, en cada uno de los cuales hubiese hecho el experimento y marcado las diferencias que se encontrasen de la altura del mercurio en cada una de estas estaciones, para darle con exactitud la diferencia que hubiesen producido las primeras cien toesas, las que hubiesen dado las segundas cien toesas, y así las otras, lo que podría servir para sacar de aquí una tabla, continuando la cual, los que quisieran tomarse el trabajo de hacerla, podrían tal vez llegar al perfecto conocimiento de la magnitud exacta del diámetro de toda la esfera del aire.

»No desespere de enviarle cualquier día estas diferencias de cien en cien toesas, tanto para nuestra satisfacción como por la utilidad que el público podrá recibir de ello.

»Si encuentra alguna oscuridad en esta nota podré aclararla de viva voz dentro de pocos días, por estar á punto de hacer un corto viaje á París, donde yo le aseguraré que soy su muy humilde y afectuoso servidor, *Perrier*.—De Clermont, el 22 de Septiembre de 1648.»

Repitió Pascal, más tarde, el experimento utilizando la torre de Santiago, en París, cuya altura es de 49 metros, comprobando la pequeña depresión de la columna mercurial al elevarse a aquella altura.

Aun cuando, en realidad, el barómetro estaba inventado por el sólo hecho de utilizar el tubo de Torricelli o tubo florentino, hasta que los Académicos del Cimento idearon la colocación de índices de esmalte, soldados exteriormente al tubo de vidrio, y le dieron una forma que permitía su manejo continuo sin tener que repetir cada vez la ya mencionada prueba del vacío, puede decirse que no constituyó un aparato meteorológico, pues las pequeñas fluctuaciones de la longitud de la columna no eran observables con facilidad por carecer de puntos de referencia.

En la carta a que antes nos referimos, de Torricelli al P. Ricci, se manifiesta claramente que el tubo de Torricelli podía servir para conocer cuándo el aire se hacía más ligero o más pesado, siendo ésta la primera indicación que tenemos de la aplicación del instrumento a la Meteorología.

»Le accennai già che si staua facendo non sò che esperienza filosofica intorno al vacuo, non per fare semplicemente il vacuo, ma per fare vno

strumento, che mostraste le mutazioni dell'aria ora più graue, e grossa, &, ora più leggiera, e sottile.

.....
.....
.....

»La mia intenzione principale poi non è potuta riuscire, cioè di conoscere quando l'aria fosse più gróssa, e graue, e quando più sottile, e leggiera con lo strumento EC, perche il liuello AB si muta per vn'altra causa, che io non credeua mai, cioè per il caldo, e freddo, e molto sensibilmente, appunto come se il vaso AE fusse pieno d'aria.»

Divulgados los experimentos y repetidos profusamente por todos los físicos del tiempo, pronto se notó la variabilidad de la longitud de la columna dentro del tubo, y vino de aquí la necesidad de las mediciones y la aplicación de una escala para facilitarlas; Borelli (1) parece que fué el primero en introducir esta mejora, y al físico inglés Boyle (2) se debe tal vez el nombre de baroscopio y de barómetro que hoy lleva el tubo de Torricelli, nombre aplicado allá por los años 1665 ó 1666, para indicar que con este aparato se mide el peso del aire.

Barómetros construídos, basándose solamente en los experimentos anteriormente expuestos, se hallaban por todas partes, y observados con mayor escrupulosidad dieron a conocer un fenómeno sin explicación satisfactoria, cual era, que aparatos hechos y colocados en condiciones al parecer iguales no daban alturas exactamente idénticas; muchos años pasaron hasta llegar a saber el influjo del aire contenido dentro de la masa mercurial en la longitud de la co-

(1) Juan Alfonso Borelli nació en Nápoles en el año 1608, fué Profesor de Filosofía y Matemáticas en Florencia y Pisa; murió en Roma el año 1679. Parece que fué el primero en dar carácter demostrativo a los conocimientos fisiológicos para fundar una medicina científica. Hizo la traducción de los cuatro últimos libros de las *Secciones Cónicas* de Apolonio, que encontró en la Biblioteca de Médicis en el año 1658 y los comentó.

(2) Roberto Boyle nació el 25 de Enero de 1626 en Lismore (Irlanda); viajó mucho por Italia y Francia, estudiando Física y Matemáticas. Fijó su residencia en Oxford, edificando a sus expensas un Observatorio. Hombre rico y de arraigadas creencias cristianas, dedicó mucho dinero a fomentarlas en América y las Indias. Inventor de una bomba neumática, es el precursor también de la Química moderna, y llegó a hacer pensar a Newton que había descubierto el procedimiento para hacer oro. Hombre sencillo, de ameno trato y gran bondad, supo rehuir toda clase de pompas y vanidades que la posición social le creaba. Murió en Londres el año 1691.

lumna barométrica, tanto que sólo por casualidad y para buscar otros efectos se hacía hervir el mercurio dentro de los tubos de Torricelli; en efecto, en el año 1675 el azar hizo que Picard⁽¹⁾ observase cierta fosforescencia dentro de la cámara que quedaba libre en la parte superior al invertir el tubo florentino dentro de su cubeta, cuando agitaba el mercurio, fenómeno llamado por él *fósforo mercurial*, y dado a conocer, muchos físicos dedicaron sus estudios y experimentos a obtener barómetros fosforescentes, no consiguiéndolo más que rara vez; Dufay⁽²⁾ indicó que si se hervía el mercurio utilizado para la construcción de estos aparatos y se agitaban, la fosforescencia era notable, y desde entonces empezó a tomarse esta precaución, pero sólo con objeto de obtener la luminosidad de la cámara barométrica. Después de un siglo de inventado el aparato más útil de la Meteorología, en el año 1740, Le Monnier⁽³⁾ y Cassini⁽⁴⁾ reconocieron que las series de observaciones hechas con barómetros, en los cuales se había hecho hervir el mercurio, eran comparables y de muy poco valor las obtenidas por medio de otros a los cuales faltaba esto, pero sin dar explicación alguna a la particularidad, que quedó sin ella aún durante veintidós años más, hasta que Deluc⁽⁵⁾ pudo darla.

(1) Juan Picard, astrónomo francés nacido en 1620, sustituyó los anteojos a las pínulas en los instrumentos, dando así gran exactitud a las observaciones; en unión de Auzout inventó el micrómetro, midió un grado de meridiano, fijó la longitud del péndulo de segundos, descubrió, sin explicarlos, los fenómenos de nutación y aberración. Murió en 1683.

(2) Carlos Dufay, nació en París en 1698 y murió en 1739; habiendo abandonado el servicio militar se dedicó exclusivamente a la Química y la Botánica. Hizo descubrimientos de fenómenos eléctricos, principalmente las dos clases de electricidad que él llamó *vitrea* y *resinosa*.

(3) Le Monnier, astrónomo famoso, nacido en París el año 1715 y muerto en la misma ciudad el año 1799; tomó parte principal en la medida del arco de meridiano de las regiones polares; determinó los cambios de la refracción del verano al invierno y se ocupó de otras muchas cuestiones de Astronomía, Meteorología y Pilotaje; creyó reconocer cierto influjo de la Luna en la atmósfera. Fué maestro de Lalande, con el que sostuvo luego polémicas muy vivas.

(4) César Francisco Cassini de Thury, de una familia de eminentes astrónomos, nació en París en 1714 y murió en 1784. De gran capacidad para los estudios matemáticos calculó a los diez años las fases del eclipse total de Sol de 1727; a los veintiún años ingresó en la Academia de Ciencias; fué Director del Observatorio de París e iniciador del mapa detallado de Francia.

(5) Juan Andrés Deluc nació en Ginebra en 1727 y murió en 1817 cerca de Londres. Pasó la mayor parte de su vida en Inglaterra y fué lector de la Reina; publicó un libro importante sobre Meteorología y muchas Memorias sobre la misma ciencia.

El estudio, allá por la mitad del siglo XVIII, de las lecturas barométricas regulares efectuadas desde 1654 en Italia y de las que se hicieron en Inglaterra, dió a conocer también la necesidad de introducir una corrección debida a la temperatura.

II

BARÓMETROS MODERNOS

Descripción del barómetro y procedimientos de construcción.—No es posible entrar en detalles constructivos de la infinidad de modelos de barómetros que la industria ha producido, ni es necesario para nuestro objeto, ya que los empleados en las estaciones meteorológicas se reducen a contado número de ellos, entre los cuales descuellan por sus buenas condiciones los del tipo Fortin, los de cubeta fija y los de sifón, llamados también de Gay-Lussac, y, por último, los utilizados para hacer observaciones en el mar.

Barómetros Fortin (1).—Este barómetro desde su aparición adquirió gran fama, debida a que por su fácil manejo y precisión pasaba a ser un instrumento manejable por personas no especializadas en trabajos de observatorio.

Para construirlo se necesita ante todo disponer de un tubo que debe tener un diámetro interior no menor de siete milímetros, ser de vidrio blanco, sin faltas; es decir, sin burbujas, puntos negros, manchas ni señales, de un metro aproximadamente de largo y perfectamente recto y cilíndrico. En el comercio se adquieren tubos de esta clase ya preparados, con una ampolla de vidrio soldada a la lámpara, antes de salir de la fábrica, en unos de sus extremos. Esta ampolla o ensanchamiento del tubo sirve para facilitar la entrada del mercurio y debe cortarse luego valiéndose de una lima. Para esto es suficiente hacer una pequeña señal, por la que se partirá el tubo al hacer presión para romperlo. No hay que confundir la ampolla o ensanchamiento de que nos ocupamos con otra pequeña de forma esférica que lleva cerca del final del tubo, la cual tiene, como veremos, otros fines.

De cualquier modo, no cabe confundirlas por estar una de ellas, la que hay que cortar, al extremo del tubo y sirve de embudo, y la otra, colocada cerca del final, es muy pequeña y redondeada; aunque se suponga el tubo lavado interiormente por los procedimientos usuales,

(1) Juan Fortin, físico e ingeniero francés, nació en 1750 y murió en 1831.

debe procederse a su limpieza completa, empleando los líquidos siguientes, por su orden: solución de potasa cáustica, agua destilada; ácido nítrico, agua destilada; amoniaco, agua destilada; alcohol de 90° y éter sulfúrico, teniendo después de estas operaciones tapado el tubo barométrico con algodón hidrófilo.

Preparado el tubo se procederá a disponer el mercurio, para lo cual hay que purificarlo si procede del comercio, porque, generalmente, suele estar adulterado con estaño, plomo, hierro, cinc, azufre y bismuto, metales que se disuelven en el mercurio, los cuales no sólo perjudican la movilidad del fluido, haciéndole menos sensible a las variaciones de la presión atmosférica, sino que modifican la altura de la columna barométrica en atención a la distinta densidad, dando como resultado que la altura leída en un barómetro construido con mercurio adulterado es mayor que la correspondiente a uno hecho con mercurio puro; la razón de esto es sencilla, recordando que el peso específico de los elementos adulterantes es menor que la del mercurio, que es 13,57 en estado líquido y 14,39 en estado sólido (plomo = 11,35, bismuto = 9,82, estaño = 7,29, cinc = 7,19, etc.) ...

La mayor parte de las impurezas que contiene el mercurio del comercio desaparecen agitando dentro de un frasco de cristal que contenga arena lavada o azúcar de pilón machacada; de vez en cuando se abre el frasco y se expulsa el aire contenido, con un fuelle; la operación se termina filtrando el mercurio con un embudo o un cucurucho de papel fuerte, como el de los naipes, al que se le deja un agujero en el vértice lo más pequeño posible (del calibre de un alfiler).

Otro procedimiento consiste en lavarlo, dentro de un frasco, con ácido sulfúrico o acético diluidos, que disuelven las impurezas; para esto hay que tener presente que debe agitarse durante bastante tiempo; luego, valiéndose de un embudo capilar de vidrio, se introduce el mercurio en otro frasco que contenga ácido nítrico diluido, volviendo otra vez a agitarlo con violencia para que haya mucho contacto del ácido con las partículas del mercurio; se pasa después a un tercer frasco que contenga ácido sulfúrico concentrado donde sufre la misma operación, y, por último, en un cuarto frasco se repite el procedimiento, habiendo introducido terrones de potasa cáustica. Este último frasco tiene un grifo en la parte inferior, por la cual se extrae el mercurio purificado.

La prueba mejor que puede hacerse, hablando en términos industriales, para cerciorarse de la bondad del mercurio consiste en tomar un tubo capilar de termómetro y llenarlo de este metal; si después de haber extraído el aire del tubo, corre el mercurio libremente a lo largo de él, debe considerársele puro para el objeto que se le destina y no hay inconveniente en llenar con él tubos de barómetros de cualquier calibre, aunque tengan cinco centímetros de diámetro.

Pero el mejor medio de purificar el mercurio, y el único empleado por los buenos constructores para llenar los barómetros científicos, es el de la destilación; a tal fin se coloca el mercurio en una retorta de gres, o mejor de hierro, cuyo tubo abductor termina en una cuba de loza llena de agua fría; como la temperatura de ebullición del mercurio (350°) es más baja que la de cualquier otro metal, se convierte pronto en vapor, mientras que los demás cuerpos que lo impurifican permanecen todavía en estado líquido o sólido.

Obtenido el mercurio puro y bien limpio el tubo de vidrio, hay que proceder a llenarlo, que no es operación tan sencilla como a primera vista pudiera parecer. El mercurio como cualquier otro fluido absorbe el aire y se mezcla con él de un modo íntimo; aunque por procedimiento mecánico, interpuesto entre las moléculas del líquido, no puede escaparse fácilmente a causa de la presión atmosférica. Si con este mercurio llenásemos el tubo que ha de constituir el barómetro resultaría que, al cesar la actuación de la presión atmosférica en el extremo en que queda hecho el vacío de Torricelli, el aire se escapa y asciende formando burbujas, que revientan al llegar a la superficie libre del mercurio, y sobre ésta se establece una atmósfera con tanta o mayor tensión cuanto mayor es la cantidad de aire acumulado, lo que produce el efecto físico de rebajar la altura de la columna mercurial, dado que la presión atmosférica en este caso ha de equilibrar a la del mercurio, más la tensión referida del aire contenido en la cámara de Torricelli.

Para obviar el inconveniente reseñado, bueno es, antes de proceder a llenar el tubo del barómetro, hervir o calentar, al menos, en una vasija el mercurio, cuidando que se enfríe antes de verterlo en el tubo.

No basta esta operación para considerar eliminada esta causa de error, puesto que si observamos un tubo recién lleno de mercurio se notan a lo largo del cristal infinidad de burbu-

jas, unas grandes y otras muy pequeñas, debidas a partículas de aire y de vapor acuoso; se debe esto a que en las paredes del tubo hay siempre adherida fuertemente una capa de estos gases, que se unen a la que envuelve a cada gota de mercurio que cae dentro del tubo. Por las mismas razones expuestas anteriormente, si se deja sin corregir este defecto, van poco a poco ascendiendo a la cámara del vacío, donde revientan y forman la atmósfera ya dicha, que hace del barómetro que la contiene un instrumento completamente inútil.

El único medio eficaz para conseguir que desaparezca el aire y el vapor acuoso del mercurio, consiste en hervirlo dentro del mismo tubo, operación delicada que requiere práctica y habilidad manual, sin que esto quiera decir que no puede hacerlo cualquiera persona si pone en ello esmero y cuidado.

Cuando el vidrio se calienta y se rompe, débese a que se dilató desigualmente o porque no recibió el calor de un modo uniforme, a causa de la desigualdad del espesor de las paredes o debido a ambas cosas a la vez, pues si el calor fuese uniforme, y uniforme también el espesor del vidrio, éste se ablandaría pero no saltaría. Así, pues, a lo que hay que atender al hervir el mercurio dentro del tubo es a que el calor se reparta por igual y sea suministrado lentamente, con objeto de dar lugar a que el vidrio se caliente sin brusquedades y por igual.

La operación puede llevarse a efecto de dos modos: o llenando por completo el tubo o haciéndole hervir por partes, que es lo más recomendable. Tanto en un caso como en otro se coloca en una especie de caja de hierro, larga, del tamaño del barómetro, que tiene unos cuantos trozos de hierro transversales para contener los carbones encendidos, sin que se amontonen abajo, pues hay que colocarla, cuando contiene el tubo, un poco inclinada para facilitar la expulsión de los vapores y gases que se forman; si se deja demasiado inclinado el tubo tendrán los gases que levantar, para salir, toda la columna de mercurio que está sobre el lugar en que se formaron, y al caer la masa metálica puede romper el tubo.

Si se sigue el procedimiento de empezar el hervido con poco mercurio, deben tomarse como unos diez centímetros, calentar con brasas esta cantidad hasta que hierva; se observará, como ya se ha dicho, que al salir los vapores de mercurio, el aire y el vapor de agua levantan bruscamente la columna metálica que, al caer

sobre el fondo del tubo, da un golpe seco como el del martillo de agua o martillo filosófico; no es necesario prolongar mucho esta operación, basta con que haga unos cuantos borbotones. Es preciso, al echar nuevo mercurio, calentarlo previamente y, una vez en el tubo, correr las brasas al nuevo trozo, procediendo del mismo modo hasta recorrer toda la longitud y tener el tubo lleno de mercurio. Desde luego, la última porción de mercurio no puede hervirse dentro del tubo, porque saldría fuera, sin que bastara a evitarlo la ampolla de protección. Es de rigor operar en una habitación grande o con las ventanas abiertas a causa de ser nocivos los vapores mercuriales.

Si el operador es hábil, puede hacer todas las manipulaciones reseñadas valiéndose de una lamparilla de alcohol, teniendo cuidado de no operar *al aire* sino apoyando sobre madera el extremo cerrado del tubo cuando esté en parte hervido, haciéndole girar para el gradual calentamiento.

Cuando está hervido el mercurio, el aspecto del tubo barométrico ha cambiado, sus paredes parecen completamente uniformes, no se ven burbujas, todo semeja a una barra metálica pulida, y el extremo libre del mercurio está como un intachable espejo. Córtese después con la lima la ampolla que sirvió de embudo, tápese herméticamente con un corcho la boca, y por encima póngase la gamuza atada con un hilo para evitar por completo la entrada de aire y polvo; así preparado el tubo debe colocarse en posición vertical, con la boca hacia arriba, hasta que llegue el momento de utilizarlo.

Para construir el barómetro bastará ahora colocar el tubo, invertido, en una vasija con mercurio purificado, introduciendo su punta algunos centímetros debajo de la superficie, destaparle y colocar una regla dividida en centímetros y milímetros, que servirá para medir la distancia que haya desde el nivel del mercurio en la vasija hasta el extremo libre de la columna de mercurio en el tubo, y este será, salvo ciertas correcciones indispensables, la altura barométrica; pero un barómetro construido con arreglo a estos principios y bien ejecutado, sería forzosamente un instrumento fijo, que no podrá transportarse ni con mediana comodidad, y el ideado por Fortin, además de conservar la exactitud de un barómetro como el que ligeramente hemos descrito, permite manejarlo con toda facilidad y aun transportarlo a la cima de las montañas cuya altitud, por ejemplo, quisiéramos averiguar.

El tubo de cristal ha de estar protegido contra cualquier golpe que pudiera sufrir; para ello se le cubre con una vaina o funda de latón de longitud suficiente, que en su parte inferior lleva atornillada una vasija compuesta de varias piezas de vidrio, madera o gamuza, llamada cubeta, llena de mercurio y con una protección metálica; la parte superior de la vaina va cortada en una longitud de unos 30 centímetros para que se vea el tubo, y en uno de sus bordes se graba la escala.

La cubeta está formada:

1.º Por una tapa de boj, embutida en un aro de latón y provista de un agujero central para dejar paso al tubo barométrico.

2. Por un tubo de vidrio cilíndrico, de paredes gruesas y de bastante diámetro, cuando menos unos tres o cuatro centímetros, aprisionado entre el aro en que va la tapa y otro semejante, los cuales van sujetos por tres columnitas de latón que atraviesan el primero y se atornillan en el segundo.

3.º Por otro anillo de boj de diámetro aproximadamente igual al de cristal de que antes hicimos mención, que se compone de dos partes atornilladas entre sí. Una ajusta al aro inferior de metal y la otra lleva atada con bramante encerado, seda fuerte o hilo, una bolsita de gamuza que forma el fondo de la cubeta y sostiene al mercurio (cuando el barómetro está funcionando). Unida a esta gamuza, en su centro y exteriormente, va una piececita de madera que sirve de apoyo al tornillo que enrosca en el fondo de una caperuza cilíndrica de latón; funda protectora a la vez de toda esta parte de la cubeta. Esta envoltura metálica se atornilla en el aro inferior de los dos que sujetan al anillo de cristal.

Se concibe fácilmente que atornillando o desatornillando el vástago subirá o bajará el fondo móvil de la cubeta formado por la gamuza y que la piececita de madera que ésta lleva tiene por objeto que no se rompa la gamuza por el roce del tornillo con ella.

La tapa de la cubeta, pieza de boj, de que ya hemos hablado, lleva en su cara inferior, o sea la que está mirando hacia abajo dentro de la cubeta, una puntita de marfil, punto de referencia en que comienza a contarse la escala del barómetro.

El tubo barométrico va unido a la cubeta del siguiente modo: por encima de la ampollita próxima a su extremo libre se ata fuertemente un trozo de gamuza y esta misma gamuza debe de atarse a la tapa de boj de la cubeta, para

lo cual lleva ya una escotadura o sitio donde debe colocarse el hilo o bramante que sirve para unirlos. La ampollita del tubo ha de quedar apoyada a esta parte de la tapa, evitándose así deslizamientos tanto hacia fuera como hacia dentro de la cubeta.

Por último, el aro metálico superior de la cubeta tiene rosca en la región central y a ésta se atornilla la funda protectora del tubo barométrico que, como se ha dicho, en su parte alta, donde estará el límite de la columna mercurial, lleva cortada una ventana de unos 30 centímetros de larga, en cuyos bordes está grabada la escala.

Puesto el tubo barométrico en posición vertical, con el extremo abierto hacia arriba, quitado el tapón que se le puso al limpiarlo y hervirlo, atada la gamuza por encima de la ampollita, se procede a unirlo, como se ha dicho, a la cubeta; después se introduce con cuidado en su funda y se atornilla ésta a la cubeta, cuidando de que llegue hasta el aro primero. Una vez esto hecho, se echa mercurio limpio, puro y hervido, en la cubeta, para lo cual habrá sido preciso desatornillar el anillo de boj que lleva el fondo de ella. El mercurio debe tapar completamente todo el trozo de tubo que queda dentro de la cubeta, y éste debe llegar casi al borde (un centímetro menos) del anillo de boj. Atornílese la segunda porción de anillo que lleva el fondo de gamuza, apriétese con el dedo este fondo hasta que toque al mercurio y enfúndese luego con la tapadera que lleva el tornillo, el cual debe hacerse girar hasta no dejar espacio libre y esté todo el mercurio de la cubeta aprisionado. Estas circunstancias cumplidas, no hay peligro de poner el barómetro en su posición normal, colgarlo en su tabla y en el lugar donde ha de quedar definitivamente instalado.

Hecho todo esto se procede a desatornillar el tornillo inferior hasta que, descendiendo el mercurio, quede libre la puntita de marfil. Al hacer esto, el mercurio, que llenaba completamente el tubo barométrico, habrá descendido, y se verá su mercurio por la ventana donde está la escala.

Fácilmente se comprende ahora cómo debe operarse al hacer las mediciones, pues para leer las alturas sólo habrá que llevar el nivel del mercurio en la cubeta al punto cero de la escala, representado por la punta de marfil, lo que se consigue con el tornillo inferior ya mencionado. Hecho esto bastará hacer las lecturas en la escala.

En estos barómetros va marcado, generalmente, con un trazo en la funda del tubo y con otro en el aro en que se atornilla, la posición en que deben quedar al atornillarlos, pues si por algún accidente hay que desmontarlo, puede variar la distancia de la punta de marfil o las divisiones de la escala, y falsearía por completo las lecturas.

Teniendo presente que las oscilaciones barométricas en una misma localidad no suelen pasar de unos cuantos centímetros, no hay necesidad de dividir la escala desde la parte superior de la funda hasta la punta de marfil, lo cual, además, quitaría protección al tubo, puesto que, siendo preciso agrandar las hendiduras o ventanas para que se viese la columna, debilitaría la armadura. Por esto sólo se deja ver el tubo barométrico a través de dos cortaduras opuestas en la porción donde va tallada la escala, la cual está generalmente plateada, y sus divisiones son los milímetros o fracciones de milímetros que hay desde allí hasta la punta de marfil.

Pudiéndose deslizar a lo largo de la escala, en la parte donde se halla la hendidura por la cual se ve el tubo del barómetro, llevan estos instrumentos una reglita pequeña, que se mueve por medio de una cabeza de tornillo con piñón engranando en una cremallera. Esta escalita, llamada *nonio* (1), sirve para apreciar fracciones de división de la primitiva escala barométrica.

El *nonio* es un instrumento que se aplica siempre que es necesario apreciar con determinada precisión la longitud en que excede la cantidad que se trata de medir de la última división de la regla con la cual se mide, y que no llega, naturalmente, a la división siguiente, es decir, cuando se trata de hallar la longitud comprendida entre las dos últimas divisiones de la escala que comprenden el límite del objeto medido.

(1) El nombre de nonio, en latín *nonius*, se le dió al instrumento que sirve para determinar subdivisiones de una longitud cualquiera, en honor de Núñez, a quien se atribuye erróneamente su invento, que corresponde, en realidad, a Vernier. Pedro Núñez nació en Alcázar de la Sal, villa portuguesa, en 1492; estudió en la Universidad de Lisboa Filosofía y Medicina, recibiendo de doctor; aplicóse también a las Matemáticas, llegando a ser maestro de ellas en la Universidad de Coimbra, donde murió en 1577. Escribió obras de astronomía, navegación y matemáticas, que se tradujeron a otros idiomas. Pedro Vernier, capitán y gobernador del castillo de Ornans, en el Franco Condado, donde nació en 1580, compuso un tratado de artillería y obras de matemáticas, entre ellas la titulada *Construcción, uso y propiedades del cuadrante nuevo de matemática*, impresa en Bruselas en 1631, en la que describe su invento, que primero aplicó a mediciones de arco de círculo; murió en 1637.

Tomemos una regla de 9 centímetros de longitud, y dividamos este espacio en 10 partes iguales, es evidente que cada uno de ellos será una décima de centímetro, o sea, un milímetro más corto que el centímetro. Si las divisiones de esta regla están hechas en el borde, se podrá hacer coincidir la primera de ellas con una cualquiera de las señaladas en un metro como centímetros, y se verá que las de los siguientes centímetros no coinciden con las de la regla auxiliar hasta la que representa el centímetro 9. Al partir del punto inicial en que naturalmente hicimos coincidir las divisiones de las dos reglas, se verá que las primeras difieren en un milímetro, quedando la del nonio o regla auxiliar retrasada, las siguientes diferirán en dos milímetros, las otras, tres, etc., hasta llegar a la última que, por coincidir con la 9 de la regla estará separada de la que le sigue 10 milímetros.

Supongamos ahora que deseamos medir la longitud de un objeto, y que aplicada la regla de centímetros hallamos que, por ejemplo, tiene 45 centímetros y una fracción; apliquemos el nonio haciendo coincidir su primera división, o división 0, con el borde último del objeto, y busquemos después qué división de las del nonio coincide con alguna de la regla grande. Si de esta inspección resulta que la séptima del nonio es la primera que coincide, diremos que la medida exacta será de 45 centímetros y 7 milímetros, pues ya hemos visto que desde las divisiones coincidentes, cada una de las del nonio se separa un milímetro más que la precedente del punto de origen.

Naturalmente el razonamiento hecho se basa en que tomamos 9 centímetros para dividirlos en 10 partes, que resultan $1/10$ de centímetro más chicas que las de la regla primitiva, pero fácilmente se comprende que este método es aplicable para determinar la vigésima, la centésima o la fracción que se quiera y admita el objeto que se desee medir, y que así mismo este procedimiento se aplica no sólo a la medida de longitudes sino a las mediciones angulares.

Termómetro unido al barómetro.—La escala del barómetro se supone dividida por el constructor a la temperatura de 0° , y a cualquiera otra temperatura sus divisiones son de distinto tamaño; si es más baja, las divisiones son más pequeñas y si la temperatura es superior a 0° las divisiones son mayores. Estas variaciones se deben a la dilatación del metal con que está hecha la escala, por la acción del calor, pues si

es de latón a 1° de aumento en el termómetro centesimal, el crecimiento de la unidad de longitud es de 0,000019. Si la escala está hecha de platino, metal que sólo se emplea en los barómetros de laboratorios, sería de 0,000009. En raras ocasiones se halla el barómetro a la temperatura de 0°; lo más corriente es que la temperatura sea superior, por lo cual la altura de la columna barométrica por este concepto sería más baja de lo debido.

Al mismo tiempo que el aumento de la temperatura dilata la escala, también dilata la columna de mercurio encerrada en el tubo barométrico y ciertamente en una porción mucho mayor, pues el coeficiente de dilatación del mercurio es igual a 0,000181. De esto se infiere que es necesario conocer perfectamente la temperatura a que está el barómetro y muy especialmente el mercurio del tubo para poder aplicar las correcciones debidas a las lecturas efectuadas. A tal objeto llevan todos los barómetros un termómetro embutido en la funda de latón; su cubetilla o depósito está en contacto con el tubo barométrico, cuya temperatura se trata de averiguar suponiendo que está a la misma que el mercurio encerrado dentro de él.

Por regla general, los barómetros corrientes, se suspenden de un gancho colocado en una tabla que, a su vez, se cuelga de la pared; en aquélla, además del gancho para colgar, hay un espejito en la parte superior para facilitar la visión del límite del mercurio y poder adaptarle el nonio.

La tabla lleva además, a la altura de la cubeta, un anillo de latón que la rodea, que tiene tres tornillos horizontales para dejar el instrumento perfectamente vertical y fijo. Cuando el barómetro se destina a hacer excursiones, en vez de la tabla se adapta a un trípode, que lleva suspensión Cardano para colgar de ella el barómetro.

En los laboratorios y los observatorios, donde no es necesario mudar de sitio el barómetro, y donde necesitan una gran precisión de las mediciones, suele hallarse aparatos de este tipo, de dimensiones más grandes que el descrito, aunque en un todo igual en cuanto a sus elementos esenciales. Así, el tubo es de gran diámetro para disminuir el efecto de la capilaridad; la cubeta es también de mayores dimensiones para hacer el enrase de la punta de marfil con la superficie de la cubeta con toda exactitud. Hay un anteojo

en el sitio preciso, y la tabla de suspensión se sustituye por una caja de cristales que lo preservan, además, del polvo.

Transporte del barómetro Fortin. Cuando hay necesidad de transportar el barómetro a otro sitio, por ejemplo, para hacer observaciones en el campo, para limpiarlo o para cualquier otra cosa, debe efectuarse siempre la operación con sosiego y con la mayor precaución; se principia por atornillar lentamente el tornillo situado en la parte inferior de la cubeta, y se observa cómo va subiendo poco a poco el mercurio en ésta y en el tubo; al desaparecer por la parte superior y perderse de vista porque lo oculta la funda de metal, hay que proceder aún con más cautela, dando vueltas al tornillo con mayor prudencia que antes, hasta que se experimenta la pequeña resistencia causada por el mercurio al llegar al extremo del tubo de vidrio y que también ha llenado por completo la cubeta, desapareciendo de la vista la punta de marfil, que señala el cero de la escala. No conviene apretar más el tornillo porque podría el mercurio atravesar la piel de gamuza que forma el fondo de la cubeta, ni dejarlo tampoco muy apretado para evitar este mismo inconveniente por dilatación del mercurio al subir la temperatura. Efectuado lo dicho, puede transportarse el barómetro sin peligro, conduciéndolo inclinado unos 45 grados, y mejor aún invertido, poniendo la cubeta hacia arriba. De este modo, si alguna burbuja estaba cerca del tubo no podrá ascender dentro de él. Es una precaución conveniente coger siempre el tubo con la mano provista de un paño para evitar las manchas ocasionadas por el sudor.

Limpieza del barómetro Fortin.—Como todos los instrumentos de física, el barómetro debe conservarse siempre en perfecto estado de limpieza externa e interna. Su funda de latón, la escala, su cubeta y la tabla de suspensión deben de estar continuamente brillantes y exentas de polvo y de manchas, para lo cual nunca deben de tocarse con las manos húmedas; es preciso limpiarlas frecuentemente con un lienzo fino o mejor con una piel de gamuza; sobre todo, hay que tener especial cuidado de que tanto el nonio como la escala se conserven brillantes y sin señales de moscas que hagan difíciles las lecturas.

(Continuará.)

GENERALIDADES SOBRE LA ATMÓSFERA

Como una última envoltura de la Tierra, y formando parte integrante de ella con el nombre de *atmósfera*, existe una mezcla de gases que llamamos *aire*, compuesta casi exclusivamente de oxígeno y nitrógeno, aunque también se encuentran, en pequeña proporción, otros gases: principalmente el argón y cantidades variables de agua en estado de vapor que, con frecuencia, pasa al estado líquido o al sólido.

El peso de un metro cúbico de aire recogido al nivel del mar es, por término medio, 1,300 kilogramos; pero el peso del aire varía con la altura; así, por ejemplo, un metro cúbico del aire que se encuentra a 1.000 metros de altura, ya no pesa más que 1,100 kilogramos; a 10.000 metros, 400 gramos, y a 20.000, sólo pesa unos 80 gramos.

La razón de esta diferencia de peso es sencilla. La atmósfera constituye un océano gaseoso que, en virtud de la atracción terrestre, por la que se encuentra ligada a la Tierra, gravita o pesa sobre la superficie de ésta, que viene a formar el fondo de dicho océano atmosférico. El aire de las capas o estratos más inferiores se encuentra, por tanto, comprimido por efecto de la presión que sobre él ejerce el situado por encima. Si provistos de un depósito de paredes flexibles y de un metro cúbico de cabida ascendiéramos hasta unos 7.000 metros de altura y lo llenáramos allí de aire, cerrándolo después herméticamente, al regresar al nivel del mar nos encontraríamos el depósito a medio llenar, con las paredes flácidas y arrugadas; si midiéramos entonces, por cualquier procedimiento, el *volumen* del aire que contenía, veríamos que, aproximadamente, sería la mitad de un metro cúbico. En cambio, el peso, puesto que la *masa* de aire sería la misma, suponiendo bien cerrado el depósito durante el descenso, no habría variado.

Así, pues, cuando se habla de cualidades o propiedades físicas inherentes al aire, se hace preciso hacer constar siempre la altura o nivel al cual este aire se encuentra, y cuando no se advierte se sobreentiende que (aparte otras condiciones) se trata de aire situado en la superfi-

cie de nivel de *cero* que se toma como *tipo* y como origen para la medida de las alturas, esta superficie es la del nivel del mar.

Sobre la superficie de nivel del mar la atmósfera, en virtud de su peso, ejerce una presión que normalmente es de 10 toneladas 300 kilogramos sobre cada metro cuadrado, o sea 1,033 kilogramos sobre cada centímetro cuadrado. Esta misma presión ejerce sobre la superficie, cualquiera que sea su inclinación, de todos los cuerpos, incluso del nuestro, aunque los efectos no nos sean perceptibles por actuar en sentidos contrarios y con igual intensidad en todas las direcciones, pero constituido nuestro organismo para vivir sometido a ella, sufre trastornos cuando, al ascender a niveles superiores, la presión disminuye en cantidad igual al peso de la columna de aire que queda debajo. Estos trastornos se hacen sensibles a alturas que dependen de la constitución de cada persona. A la disminución de presión es debido el malestar conocido con el nombre de *mal de montaña* que padecen algunos individuos en las ascensiones a montañas de cierta elevación, así como el dolor de oídos, extravasación de sangre y, por último, pérdida de conocimiento y la muerte, si la ascensión continúa, de los que se aventuran en globo o aeroplano a alturas más elevadas. A 1.000 metros de altura la presión baja a 900 gramos sobre cada centímetro cuadrado, a 10.000, es de 270, y tan solo de unos 54 gramos a 20.000 metros de altura.

Ordinariamente la presión atmosférica se expresa en unidades de longitud que indican la de la columna de mercurio del barómetro. Diríamos, por tanto, que al nivel del mar la presión normal es de 76 centímetros; a 1.000 metros, 67; a 10.000, 20, y a 20.000, 4. La presión atmosférica sobre un centímetro cuadrado en cada una de estas alturas, expresadas en unidades de peso, sería la ejercida por columnas de mercurio de las longitudes indicadas y que tuvieran un centímetro cuadrado de base, esto es, el peso, respectivamente, de 76, 67, 20 y 4 centímetros cúbicos de mercurio; multiplicando estos núme-

ros por 13,6 que es el peso, en gramos, de un centímetro cúbico de mercurio, tendríamos los valores de la presión antes indicada.

*
**

El aire posee una cierta cantidad de energía calorífica que recoge, principalmente, por contacto con el suelo, el cual, a su vez, la recibe del Sol.

Consecuencia de ello es que en los niveles bajos de la atmósfera la temperatura del aire sea más elevada en aquellas regiones en que el suelo recibe una radiación solar más intensa, condición que se cumple en la zona tórrida; en los casquetes polares, por el contrario, se encuentran las temperaturas más bajas.

En sentido vertical la temperatura del aire desciende aproximadamente, por término medio, un grado por cada 180 metros de elevación, pero, a medida que nos elevamos, este decrecimiento va amortiguándose hasta que al llegar, en nuestras latitudes, aproximadamente a unos once kilómetros, cesa por completo, y a partir de allí la temperatura permanece constante y de unos 56° bajo cero. En el ecuador, la región de la atmósfera de temperatura constante (70° bajo cero), se encuentra a unos 18 kilómetros, y en los polos (45° bajo cero) a unos cuatro kilómetros. La atmósfera aparece, pues, dividida en dos regiones, una inferior, estratificada horizontalmente, llamada *tropoesfera*, en la que la temperatura decrece con la altura, y otra superior, formada por estratos verticales, de temperatura constante, que recibe el nombre de *estratoesfera*; la superficie ideal que separa ambas porciones de la atmósfera se denomina *tropopausa*. Por debajo de ella, es decir, en la tropoesfera y en sentido horizontal las temperaturas van decreciendo de los polos al ecuador, mientras en la estratoesfera crecen del ecuador a los polos.

*
**

Cuando por cualquier causa la presión atmosférica decrece en una cierta región del Globo, se dice que sobre esta región, de presión menor que las que la rodean, se ha formado una *depresión atmosférica* o borrasca; y así como la diferencia de nivel que la mayor evaporación produce entre el Mediterráneo y el Atlántico da lugar a una corriente en el Estrecho de Gibraltar, por medio de la cual se tiende a restablecer la igualdad de nivel entre ambos mares,

la baja de presión da lugar a que el aire afluya más o menos violentamente hacia la zona de presión menor. Efecto del movimiento de rotación de la Tierra, toda corriente de aire es constantemente desviada hacia la derecha de su trayectoria en el hemisferio Norte, y hacia la izquierda en el Sur, por tanto, los vientos no soplan nunca en línea recta hacia el centro de las depresiones, sino que corren alrededor de éstas formando a modo de amplios torbellinos que giran en el sentido de las agujas de un reloj en el hemisferio Sur, y en el sentido contrario en el Norte. Estas depresiones son conocidas en ciertos parajes del Globo con nombres especiales, como *ciclones*, *tifones*, *tornados*, etc.

Cuando, por el contrario, en una cierta región hay un exceso de presión respecto a las que la rodean, dando lugar a lo que se conoce con el nombre de *anticiclón*, los vientos radian de ella al exterior y siendo desviados en su camino por la misma causa antes apuntada, giran en cada hemisferio alrededor del centro de altas presiones, en sentido contrario de como lo hacían en el caso de las depresiones.

Aparte de estas causas ocasionales de viento hay otras que subsisten siempre y que dan lugar a los *vientos permanentes*, o que se presentan en determinadas épocas del año produciendo los *vientos periódicos*.

Citaremos como los más importantes los *alisios*, producidos por el intenso calentamiento del suelo en la región ecuatorial. En esta zona, calentado el aire en contacto con la tierra, toma un movimiento ascendente, y a llenar el espacio que deja libre acude el aire de las zonas templadas que, desviado en su trayectoria, como dijimos, llega a la zona ecuatorial soplando del NE. en el hemisferio Norte, y del SE. en el Sur. Al calentarse en el ecuador se eleva y se derrama hacia los polos por encima del alisio, dando lugar a una corriente superior en cada hemisferio, que se conoce con el nombre de *contralisio*.

El conocimiento de los alisios abrevió en otro tiempo la navegación a vela, y esta es la causa de que los ingleses los conozcan con el nombre de *vientos comerciales* (trade winds).

*
**

Dijimos antes que el aire contenía cantidades variables de vapor de agua; los cambios de estado de este elemento constituyen la serie de los más importantes fenómenos que en la atmósfera se observan.

La cantidad de agua en estado de vapor que el aire puede disolver varía notablemente con la temperatura. Así, por ejemplo, un metro cúbico de aire 0° puede disolver hasta cinco gramos de agua; a 10°, 9 gramos; a 20°, 17, y a 30°, 30 gramos. Se comprende fácilmente que cuando una masa de aire saturado sufra un descenso de temperatura condensará en forma líquida o sólida el exceso de agua que ya no pueda contener, dando lugar a la formación de una nube constituida por finas gotitas de agua o por agujas de hielo (cirros). En determinadas condiciones el agua líquida o sólida puede en su caída llegar a tierra dando lugar a la lluvia o la nieve.

El mismo fenómeno de condensación, aunque de más reducidas proporciones, tiene lugar en las noches despejadas de invierno, en las que el aire se enfría por contacto con el suelo y deposita sobre éste el agua sobrante en forma de rocío o escarcha.

Al final damos una tabla con los valores medios que en la zona templada se adoptan como normales en una atmósfera ideal, *atmósfera tipo*, que es la usada oficialmente por las naciones del centro y sur de Europa para homologar los «records» de aviación.

En esta tabla se dan valores de la presión, temperatura y densidad (peso por metro cúbico) de aire hasta 20.000 metros. La atmósfera, sin embargo, se extiende hasta alturas más elevadas, sin que pueda señalarse límite a una masa gaseosa que poco a poco va enrareciéndose.

Las estrellas fugaces demuestran que a 200 kilómetros de altura aún existe atmósfera capaz de elevar hasta la ignición la temperatura de los cuerpos que la atraviesan a velocidades considerables.

ALTURAS — Metros.	TEMPERATURA — Grados centígrados.	PRESIÓN — Milímetros de mercurio.	PESO — Kilogramo por metro cúbico.
0	15°	760	1,225
1.000	8,5	674	1,111
2.000	2,0	596	1,006
3.000	4,5	526	0,909
4.000	11,0	462	0,819
5.000	17,5	405	0,736
6.000	24,0	354	0,660
7.000	30,5	308	0,589
8.000	37,0	267	0,525
9.000	43,5	230	0,466
10.000	50,0	198	0,412
11.000	56,5	170	0,364
12.000	56,5	145	0,311
13.000	56,5	124	0,265
14.000	56,5	106	0,226
15.000	56,5	90	0,193
16.000	56,5	77	0,165
17.000	56,5	66	0,141
18.000	56,5	56	0,120
19.000	56,5	48	0,103
20.000	56,5	41	0,088

NECROLOGÍA

W. J. ASKINAZY

M. W. J. Askinazy nació en 1873, en Moquillov, y fué más tarde, en Minsk, un modesto maestro de escuela y observador de una estación meteorológica. Su gran afición al estudio le proporcionó profundos conocimientos en diferentes ramas de la ciencia. En 1902 la Academia de Ciencias le concedió el título de *Correspondant* del Observatorio de Física Central. En 1904 se matriculó en la Universidad de Petersburgo, donde efectuó brillantes estudios al mismo tiempo que trabajaba en Climatología y Meteorología en el Observatorio de Física Central. En esta época aparecen sus primeros trabajos *Sobre la inversión del gradiente de temperatura durante la máxima barométrica en el Ural. Sobre las particularidades de la temperatura en los climas de montaña. El método Guilbert de previsión del tiempo.*

Habiendo finalizado sus estudios en 1909 obtuvo un destino en el Comité científico del Ministerio de Agricultura, en donde trabajó hasta 1918. Durante este tiempo los trabajos de todas las instituciones meteorológicas de este Ministerio estuvieron bajo su dirección. Reformó radicalmente los programas de observaciones y tomó parte activa en la confección de una serie de nuevas instrucciones para observaciones meteorológicas de estaciones agrícolas.

En colaboración con el profesor P. I. Broonov escribió una serie de Memorias sobre observaciones meteorológicas, que fueron presentados a la Conferencia del Instituto Internacional de Agricultura, de Roma, en 1911. Estas Memorias se tomaron como base de posteriores resoluciones relacionadas con Meteorología agrícola.

A fines de 1918 M. Askinazy fue invitado de nuevo por el Observatorio de Física Central, y le fué confiada la edición del *Boletín mensual* de este Instituto.

Reorganizó esta publicación, fundó otros periódicos, y hasta su muerte fué el redactor de todas las publicaciones del Observatorio de Física Central (Observatorio Geofísico Central desde 1924).

No abandonó, sin embargo, sus investigaciones en el terreno de la Meteorología agrícola, y en 1921 presentó al comisario de Agricultura de la U. R. S. S. una Memoria en la que expone

sus teorías sobre la marcha normal de las condiciones meteorológicas que acompaña a una cosecha máxima; esta teoría fué plenamente confirmada por el pésimo año 1924 y la abundante cosecha de 1925.

La gran condición de M. Askinazy en cuestiones de Meteorología agrícola fué reconocida por los hombres de ciencia de Europa, y fué elegido miembro de la Comisión Internacional de Meteorología agrícola. Como miembro de esta Comisión presentó a la deliberación de la Reunión de Zurich, de 1925, una extensa Memoria sobre el problema de observaciones agrometeorológicas y una serie de proposiciones, estimando la conveniencia de una organización de los trabajos originales internacionales de la sección meteorológica afecto a las instituciones meteorológicas de Europa, la creación de un Boletín internacional referente a la teoría y práctica de las observaciones agrometeorológicas y otras proposiciones sobre Meteorología agrícola.

Durante sus últimos años se ocupó de cuestiones de Meteorología dinámica aplicando al análisis de los fenómenos meteorológicos, su método sinóptico climatológico.

Este método le permite aclarar una serie de hechos de valor considerable para la climatología.

Descansen en paz el ilustre meteorólogo a quien tanto debe la ciencia meteorológica.--E. MIQUEL.

WILLIAN HENRY DINES, F. R. S.

Uno de los creadores e impulsores de la Aerología, rama de los estudios meteorológicos, a la que consagró la segunda mitad de su vida, acaba de perderse para los sucesivos avances de la ciencia: W. H. Dines, el meteorólogo inglés que desde 1905 a 1922 figuró como director de la sección de estudios de la alta atmósfera en el «Meteorological Office».

Muchas fueron las aportaciones que a lo largo de su vida, comenzada en 1855, hizo a la Meteorología, iniciando sus estudios aerológicos en 1901 con la elevación de cometas en Crinan, costa oeste de Escocia. Poco después, en 1904, el almirantazgo inglés prestóle para la prosecución de sus investigaciones el barco *Seahorse*, utilizando también Dines, como observatorio,

su propia casa de Oxehot, en Surrey, y últimamente la de Pyrton Hill, cerca de Watlington.

Sus observaciones hubieron de provocar pronto la atención sobre los vientos de las regiones elevadas de la atmósfera, al reconocer cómo se adaptaban bastante bien, tanto en dirección como en velocidad, a los que en su esquema para la circulación atmosférica Willian Ferrel (1889) deducía, partiendo sólo de razonamientos teóricos, y para los que ya Guldberg y Mohn habían atribuido al frotamiento con la superficie terrestre las diferencias entre ellos y los realmente observados en tierra.

Para todos sus estudios, Dines, que prefería siempre utilizar aparatos ideados y contruidos por él mismo, empleó—además de cometas distintas a las en uso en el Continente—el meteorógrafo que con su simplicidad, baratura y eficacia reunía, aparte de las condiciones técnicas, las económicas tan de tener en cuenta en aparatos propensos a la ruptura y pérdida, que habían de conducir a imponerlo como usual, no sólo en la propia Inglaterra, donde se pierden el 40 por 100 de los lanzados, sino en otras naciones europeas en que el porcentaje de perdidos es mucho menor. Además de ese meteorógrafo, ideó un aparato ingenioso, aparato para su calibrado, y tal fué la reducción de las dificultades y coste de los sondeos aerológicos a él debida, que la Facultad de Física de la Universidad de Manchester pudo, en dos ocasiones, efectuar 24 lanzamientos diarios con globo-sonda.

Otra muestra de su habilidad en la construcción de aparatos, es la del existente en una vitrina del Museo Científico de South Kensington, donde se halla expuesto y en condiciones de funcionamiento el ingenioso que ideó para la producción de movimientos ciclónicos del aire, torbellino que en ese aparato alcanza una altura de metro y medio.

Además de sus estudios de la alta atmósfera, y cuyos resultados, así como los ajenos hasta entonces, pueden verse en su Memoria publicada por el «Meteorological Office» en 1919: *The Characteristics of the free Atmosphere*, en su última época se dedicó intensamente a los de radiación tan en boga entre los físicos sajones, y, como consecuencia de sus observaciones, publicó en 1911 el trabajo de *Observations on Radiation from the Sky*.

Pero si parodiamos la opinión de su amigo y compatriota Cave, tenemos que decir que Dines «era como amateur que trabajaba en Meteorología», si bien, añade Cave, «era el último y más grande de los amateurs que edificaron esta ciencia, que ha dejado en muy diferente condición a como él cimentóla». (*Nature*, 14 de Enero 1928, página 66); pues, efectivamente, hoy no existe duda, es necesaria la intervención en ella, más que de organizadores *a priori* de observaciones sistemáticas, ya en marcha para el conocimiento preciso de los hechos reales sobre que ha de basarse, de matemáticos y físicos del más alto rango que, con las aportaciones geniales de hipótesis y cuerpos de doctrina especiales a la indiscutible complejidad de sus problemas, sepan acelerar la marcha ascensional en que la dejaron los que, como Dines, la han tan eficazmente conducido a su estado actual, distinto al, no lejano de ella, en que esos amateurs podían prestar su máxima influencia en el avance.

Recordemos últimamente algunos detalles salientes de su vida. Dines, que como ya dijimos, nació en 1855, deja dos hijos también dedicados a la Meteorología, para la que ya han dado notables frutos, con lo que ellos continúan en tercer grado la tradición familiar, pues su abuelo Jorge Dines también era meteorólogo. Fué aquél educado en la Woodcote House School, pasó más tarde al Christ's College, de Cambridge, y graduóse de bachiller en Artes en 1881. En este año ingresó como miembro de la Royal Meteorological Society, de cuya Junta más tarde fué vocal durante varios años, presidente de ella en el curso 1901-1902, y en 1914 recibió la medalla de oro Symons de la misma Sociedad.

Y como recuerdo final, mencionaremos su primer trabajo realizado como consecuencia del temporal que destruyó el Tay Bridge cuando estaba cruzándolo un tren, y que le llevó a descubrir su célebre anemómetro tubular de presión que, como se sabe, es en su forma actual, con su registro continuo de la intensidad del viento, el aparato indispensable en toda seria investigación donde se precise el estudio de tal elemento meteorológico.

José Domingo Quílez.

Publicado en *Iberia*, Mayo 1928, núm. 718.



CRÓNICA

El Sr. Doporto en el

Ateneo de San Se-

:-: :-: bastián :-: :-:

D. Mariano Doporto, actual director del Observatorio Meteorológico del Monte Igueldo (San Sebastián), dió en esta ciudad, el 16 de Marzo, una conferencia en el Ateneo Guipuzcoano acerca de la *Predicción del tiempo*.

Presentó al conferenciante D. Enrique Martín, que sobriamente enumeró los méritos del señor Doporto; director a los veintiséis años, y por oposición, del Observatorio de Igueldo; premio extraordinario en la licenciatura en Ciencias; Auxiliar, por oposición también, del Servicio Meteorológico nacional, y autor de varios trabajos notables de Física, realizados bajo la dirección de los profesores Cabrera y Palacios.

Comenzó el Sr. Doporto lamentándose del poco aprecio que se hace de la Meteorología; del intrusismo, que tanto la ha perjudicado, y de lo ingrata que es la misión del meteorólogo, sometido siempre a críticas despiadadas de quienes, desconociendo el estado actual de la Ciencia de la atmósfera, exige que se prediga el tiempo futuro con un detalle hoy día imposible de conseguir.

Esbozó luego las cuestiones relativas a la presión atmosférica, a la composición del aire y a las leyes físicas a que éste está sometido, así como las relativas a la condensación del vapor de agua contenido en la atmósfera.

A continuación explicó cómo un temporal de Europa dió motivo a que Leverrier empezase a publicar la primera serie de mapas sinópticos del tiempo, y cómo éstos han sido fundamentales en los vuelos que pudiéramos llamar científicos, tales como el de Franco, De Pinedo, etc.

Indicó luego el efecto de las montañas sobre las corrientes aéreas y la manera de formarse y avanzar hacia el E. las depresiones del Atlántico.

La Meteorología, dijo, crece por saltos aprovechando los grandes inventos, y, como consecuencia, casi siempre de las grandes catástrofes.

La T. S. H. y la guerra europea han sido las que le han dado mayor impulso.

Valiéndose de gráficos expuso también la in-

tima relación entre la ciencia de la atmósfera y la Aeronáutica.

La moderna teoría de los frentes polares, que separan las corrientes cálidas de las frías, fué expuesta claramente por el conferenciante.

Finalmente, éste realizó la importancia de la Meteorología española y lo atinado de la decisión de Guipúzcoa de tener un Observatorio propio, que dentro de poco tiempo se pondrá al nivel de los extranjeros.

Cursillo de conferen-

:-: cías radiadas :-:

CONFERENCIA POR D. IGNACIO FOSSI.

Peligros de las perturbaciones atmosféricas en la navegación. Manera de evitarlos.—Este culto marino comenzó haciendo un estudio de las depresiones de los movimientos de las masas aéreas afectadas por ellas, y de las maniobras que, como consecuencia, se deben efectuar en los barcos para alejarse del vórtice y de sus funestas consecuencias. Para ello dió reglas que determinan la situación relativa de la depresión y del barco, según las observaciones efectuadas en el mismo.

CONFERENCIA POR D. ANTONIO VELA

(Q. E. P. D.)

Nuevas orientaciones de la Meteorología. El 18 de Enero fué leída la conferencia que, con el título que antecede, escribió poco antes de su muerte D. Antonio Vela, jefe que fué del Observatorio Astronómico, catedrático de Astronomía física en la Universidad Central y académico de Ciencias.

Fué ella una resumida historia de cuanto en predicción del tiempo se ha hecho desde la época en que estaba reducida al producto de la fantástica imaginación de los *magos*, hasta no ha mucho en que el estudio de la Meteorología ha adquirido caracteres científicos y está en vías de constituir una ciencia independiente, al igual que ocurrió con la Astronomía.

Lamentamos una vez más la pérdida de tan inteligente colaborador, en quien tantas esperanzas teníamos puestas, por el cariño que siempre demostró a nuestra Sociedad.

CONFERENCIA POR D. NICOLÁS SAMA, JEFE DEL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE MADRID.

Mapas del tiempo.—El conferenciante hace resaltar la necesidad de cooperación internacional para poder estudiar el tiempo meteorológico, y explica el mecanismo que para esto existe entre los distintos países civilizados, dando cuenta de lo que es la red de observatorios y estaciones meteorológicas y el uso que se hace de las emisiones radiotelegráficas. Demostrada la necesidad de un método rápido e intuitivo que ponga de relieve el estado atmosférico en una gran extensión de la Tierra, da cuenta del método gráfico que conduce a la formación de los llamados *mapas del tiempo* y explica las características de algunos, que se consideran como fundamentales y sirven de base a los meteorólogos para la predicción del tiempo; explica el disertante, por último, cómo se agrupan los elementos meteorológicos y la forma de su evolución.

CONFERENCIA POR D. FRANCISCO COS MERMERÍA.

Humedad atmosférica.—La conferencia radiada el día 1.º de Febrero estuvo a cargo del ilustre jefe del Observatorio Astronómico y catedrático de Meteorología de la Universidad Central, D. Francisco Cos.

Empezó dando cuenta de la existencia del vapor de agua en la atmósfera y su procedencia; definió el estado higrométrico y la humedad relativa, y describió los procedimientos empleados para determinar el estado higrométrico, así como los instrumentos usados para averiguar la humedad relativa; continuó su conferencia haciendo resaltar la relación entre las variaciones de humedad atmosférica y los cambios de temperatura.

Hizo observar la irregularidad en la variación de vapor acuoso con la altura, a pesar de la cual puede establecerse una ley de variaciones, y termina dando breves noticias acerca de la distribución de la humedad sobre la superficie del Globo.

Felicitamos al Sr. Cos por el éxito de su conferencia y lamentamos que su estado de salud no le permitiera leerla personalmente.

CONFERENCIA POR D. JOSÉ MARÍA LORENTE.

Granizo, nieve, escarcha y heladas.—El señor Lorente, tan conocido de nuestros lecto-

res, nos habló de la constitución y estructura de las nubes productoras del granizo, en forma verdaderamente curiosa; para ello supuso al observador recorriendo dicha nube en toda su extensión y anotando los diversos fenómenos que en su imaginativa excursión encuentra, nos habló del granizo y pedrisco, de su forma, las causas a que ésta obedece, su tamaño, su estructura y los medios utilizados para combatir sus perniciosos efectos, medios que, desgraciadamente, no han dado los resultados que eran de esperar.

Trató después de la nieve, de los beneficios que reporta a la agricultura y de la constitución de los cristales de hielo que la forman.

Por último, habló de las escarchas, de la manera de producirse y de las condiciones meteorológicas necesarias para que este meteoro tenga lugar. Al hablar de los procedimientos para defender las cosechas de los efectos de las escarchas, así como de las heladas, cita los perseverantes trabajos realizados en la provincia de Tarragona por nuestro consocio D. José Vía Raventós por la producción de nubes artificiales. Finalmente dió cuenta de los ensayos que se están efectuando en el Observatorio de Madrid acerca de la previsión de las temperaturas mínimas, con intención de dar el aviso de ellas a los agricultores que deseen tomar medidas preventivas contra los desastrosos efectos de las heladas.

CONFERENCIA POR D. PEDRO M. GONZÁLEZ-QUIJANO.

Lluvias.—En forma clarísima y con magistral amenidad dió el culto Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y académico de Ciencias idea de los procesos atmosféricos productores de la lluvia, saliendo al paso de algunos errores de bulto a que conducen las ideas más vulgares referentes al origen del fenómeno, y puntualizando los conceptos verdaderamente fundamentales de tan interesante cuestión. Citó, además, las tentativas que han sido propuestas para intervenir artificialmente en los fenómenos del tiempo, tentativas destinadas al fracaso, de haber sido llevadas a la práctica.

Por último, refirió curiosos episodios motivados en Norteamérica por la actuación de los *rainmakers*.

Fué, en resumen, una de las más interesantes conferencias del curso de divulgación.

CONFERENCIA POR D. HILARIO ALONSO.

Termodinámica de la atmósfera.—La conferencia del día 29 de Febrero estuvo a cargo del meteorólogo D. Hilario Alonso, el cual expuso, en forma de divulgación, los efectos que la energía calorífica solar produce en las masas de aire, comparando el modo cómo éstas se comportan a lo que ocurre con los seres vivos.

Siguiendo el curso ascendente de una masa de aire calentada por contacto con el suelo, expuso la forma en que la energía calorífica se transforma en la energía mecánica que encontramos después en los vientos, las lluvias y los cursos de agua.

**Variaciones habidas
en la red de estacio-
nes meteorológicas.**

El maestro D. José García Uribelarrea cesa como observador en la estación de Ahüeria de San Andrés (Oviedo), y le sustituye el maestro D. Manuel Castaño. Este empieza sus observaciones en Enero de 1928.

El Sr. Barberán, encargado de la estación pluviométrica de Ontur (Albacete), cesa y deja como observador a D. José Torres Hernández, pero este señor, por sus muchas ocupaciones como agente comercial, se ausenta muchas temporadas de su pueblo, no siéndole posible, por lo tanto, encargarse de hacer las observaciones,

y considerando más indicado para ello al maestro nacional, D. Juan Collado Obrador, se le propone, siendo aceptado por éste el cargo de observador. Empieza a hacer las observaciones en Enero de 1928.

El ingeniero director de los Saltos del Alberche, monta las estaciones pluviométricas siguientes:

El Tiemblo (Avila).—Saltos del Alberche.

Navalperal de Pinares (Avila).—Observador, D. Joaquín María Lozano (telegrafista).

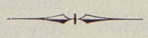
Pelayos de la Presa (Madrid).—Observador, D. Francisco López, alcalde y propietario.

La estación pluviométrica El Ronquillo, perteneciente a la Compañía Sevillana de Electricidad, cesa en Enero de 1928. El aparato pasa a la Central Hidroeléctrica de Cala, situada en la provincia de Sevilla, partido judicial de Guillena. El director de la Compañía, que hace tiempo nos viene mandando los datos que se toman bajo su dirección en otras estaciones, es el que nos facilita estas noticias.

El catedrático D. Diego Jiménez de Cisneros, que observaba en La Laguna (Canarias), cesa, por traslado a Almería el 31 de Enero de 1928, y se hace cargo de la estación el catedrático D. Agustín Cabrera Díaz el 1.º de Febrero de 1928.

Por fallecimiento de D. Federico Vázquez, observador de la estación meteorológica de la Universidad de Santiago (La Coruña), se nombra observador a D. Ramón Silva.

El maestro de Pozuelo (Albacete) cesa sus observaciones en Febrero de 1928.



REVISTA DEL TIEMPO

Enero de 1928.

Al occidente de la Península Ibérica se hallan las presiones altas formando un anticiclón; el día 1.º y el 2 se aprecia en ellas movimiento de traslación hacia España, la cual queda invadida el día 4. Al mismo tiempo se suceden áreas de presiones débiles que pasan por las islas Británicas, sin que afecten grandemente a los elementos meteorológicos de España. El régimen anticiclónico, tipo continental, persiste sobre nuestro país hasta el 13, fecha en que inicia movimiento de traslación hacia el S. sin perder el contacto con nuestro territorio, volviendo a ocupar la Península Ibérica hasta el 28 en que, la aparición en el Mediterráneo de un núcleo de presiones bajas que se une a la borrasca más importante de las islas Británicas, modifican el régimen anticiclónico que ha durado con el mes, dando lugar a tipo de tiempo depresionario que apenas dura hasta el día 30.

Es normal en España con tipo de tiempo anticiclónico que el cielo esté bastante claro, y que cuando hay nubes sean éstas del tipo bajo, nieblas y estratos que en ocasiones producen precipitación. Esto, pues, ocurrió este mes, principalmente en su primera década, siendo las restantes de menor nubosidad. El mayor frío correspondió también a la primera década, sin que en ningún caso la temperatura llegase a límites excepcionales por lo bajo, pues no se registraron mínimas inferiores a siete u ocho grados bajo cero en las comarcas más elevadas de Castilla.

La lluvia ha sido escasa, como lo comprueba el estado numérico que a continuación se inserta:

Albacete.....	11,3	Ciudad Real...	6,2
Alcalá de Henares.....	9,3	Córdoba.....	12,9
Algeciras.....	12,9	Coruña (La)...	105,1
Algaida.....	9,2	Cuenca.....	18,8
Alicante.....	16,2	Denia.....	35,0
Almería.....	4,8	Gijón.....	133,0
Badajoz.....	14,9	Granada (Armillla).....	12,9
Baeza.....	8,2	Granada (U)..	10,5
Barcelona.....	24,2	Guadalajara...	10,7
Burgos.....	40,1	Huelva.....	5,6
Cáceres.....	18,8	Huesca.....	22,4
Castellón.....	6,0	Izaña.....	79,2

La Laguna....	63,1	San Ildefonso.	96,2
Larache.....	52,6	San Julián de Vilatorta...	23,0
Logroño.....	54,7	Sanlúcar de Barrameda..	9,2
Lucena.....	18,0	San Sebastián.	28,2
Madrid.....	13,9	Santander....	141,3
Mahón.....	114,4	Santa Cruz de Tenerife....	14,9
Málaga.....	4,7	Santiago.....	63,8
Mataró.....	25,8	Segovia.....	42,1
Melilla.....	76,8	Sevilla (Tabla da).....	5,9
Murcia.....	11,8	Soria.....	18,8
Onteniente...	83,0	Tánger.....	29,3
Orense.....	38,2	Tarragona....	6,1
Palencia.....	5,2	Teruel.....	28,5
Palma de Mallorca.....	34,3	Toledo.....	17,8
Pamplona....	78,2	Tortosa.....	10,8
Peña de Francia.....	58,0	Totana.....	6,9
Pontevedra...	63,8	Valencia.....	1,6
Puerto de Santa María....	15,8	Valladolid....	16,9
Ribadeo.....	95,9	Veruela.....	22,4
Requena.....	11,0	Vitoria.....	124,3
Ruidabella...	14,3	Zaragoza.....	20,0
Salamanca....	15,4		

Febrero de 1928.

En dos períodos sensiblemente iguales de duración puede dividirse el mes de Febrero, a los efectos del estudio del tiempo que hubo: del 1.º al 17 domina el régimen anticiclónico que durante el mes anterior, dió fisonomía al tiempo de España, y del 17 al final del mes la Península Ibérica está bajo el influjo de presiones débiles relativas que actúan por el S. y SW.

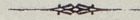
Dado estos dos tipos dominantes de reparto de la presión, el tiempo fué acorde con ellos; así, pues, en la primera quincena el cielo fué claro o de nubes bajas, temperaturas que dieron lugar a heladas y poco viento, principalmente en el centro de España, y en la segunda quincena, y principalmente a partir del 25, se extiende el régimen de lluvias, que adquiere su máxima intensidad en los días 26, 27, 28 y 29 en que actuó una importante borrasca que tuvo un centro en el Atlántico desde Irlanda a Galicia. En estos días los vientos soplaron moderados del S., y la temperatura se mantuvo relativamente benigna.

Tampoco fué extremada la temperatura du-

rante el primer período anticiclónico, si bien hubo algunos días de heladas.

En el cuadro adjunto puede apreciarse el valor de la precipitación durante este mes, que no presentó para España fenómenos meteorológicos de acentuada característica.

Albacete.....	54,6	Coruña (La) ..	59,5	Mahón.....	13,1	Sanlúcar de	
Alcalá de He-		Cuenca.....	48,5	Málaga.....	63,9	Barrameda..	45,6
nares.....	21,7	Denia.....	33,6	Mataró.....	43,2	San Sebastián.	53,8
Algeciras.....	119,1	Granada (Ar-		Melilla.....	7,9	Santander....	39,9
Algaida.....	45,6	milla).....	33,0	Murcia.....	14,6	Santa Cruz de	
Alicante.....	32,6	Granada (U.)	19,5	Onteniente...	25,6	Tenerife....	16,7
Almería.....	26,1	Guadalajara..	14,8	Orense.....	32,8	Santiago.....	25,3
Badajoz.....	70,8	Huelva.....	98,2	Pamplona....	12,0	Segovia.....	18,6
Baeza.....	67,9	Huesca.....	17,9	Peña de Fran-		Sevilla (Tabla-	
Barcelona....	51,9	Izaña.....	76,6	cia.....	207,0	da).....	75,5
Burgos.....	16,0	La Laguna....	47,4	Pontevedra...	118,5	Soria.....	34,1
Cáceres.....	62,1	Larache.....	80,9	Puerto de San-		Tánger.....	58,8
Castellón....	20,5	Logroño.....	11,5	ta María....	73,6	Tarragona....	74,3
Ciudad Real..	33,0	Lucena.....	67,3	Ribadeo.....	44,2	Teruel.....	32,9
Córdoba.....	86,5	Madrid.....	33,5	Requena.....	49,0	Toledo.....	36,2
				Ruidabella....	107,8	Tortosa.....	89,4
				Salamanca....	27,7	Valencia.....	121,5
				San Ildefon-		Valladolid....	25,4
				so.....	47,0	Veruela.....	58,8
				San Julián de		Vitoria.....	37,2
				Vilatorta....	37,8	Zaragoza.....	26,5



PUBLICACIONES RECIBIDAS

Análisis matemático, por el Dr. Hugo Broggi, profesor titular de las Universidades de la Plata y de Buenos Aires, publicado por la Facultad de Ciencias físico-matemáticas.—Agradecemos el envío del vol. II de dicho tratado titulado: *Teorías generales. Funciones de más de una variable*.

Anuario Meteorológico del Instituto Royal Meteorologique de Belgique.—Agradecemos al Real Instituto Meteorológico de Bélgica el envío de los Anuarios correspondientes a los años 1917 al 1920 y la Memoria sobre la «Distribución de la lluvia en Bélgica», por Emilio Vanderlinden.

Observatorio de la Cartuja. Recuerdo del XXV aniversario.— Hemos recibido un hermoso album del Observatorio de la Cartuja (Granada). Entre sus numerosas fotografías llaman poderosamente nuestra atención una de un instrumento que mide con exactitud el tiempo durante el cual está soplando el viento en una dirección determinada. Su autor, el R. P. Hurtado, lo denomina *Pananemógrafo*.

Otro también del mismo autor el *Sinmeteoroscopo*, destinado a representar en conjunto el estado atmosférico de toda España.—Agradecemos sinceramente el obsequio del Observatorio de la Cartuja.

Prace Meteorologiczne i Hydrograficzne. Varsovia.

Núm. 1 serie F. 1924.

» 3 1925-1926.

» 3 1927.

» 4 1927.

» 5 1927.

» 6 1927.

(Véase resumen e índice de revistas.)

Memorias y Revista de la Sociedad Científica «Antonio Alzate», tomo XLVI, números 1 al 4 y 7 al 12. (V. R. e I. de R.)

Determinación de las constantes de los anemómetros en el valle de México, por B. Romo.

Suplemento al Boletín Meteorológico de la Federación Agraria de Levante.—Hemos recibido dos ejemplares del mencionado *Suplemento*: «Precipitaciones registradas en la red pluviométricas durante los meses de Diciembre de 1926 a Mayo de 1927». Contiene los datos mensuales de lluvia durante el tiempo indicado, dos mapas de distribución de la misma en la zona que abarca dicha Federación y una traducción del artículo de L. D. Vaughan (publicado en *Monthly Weather Review*): «Problemas sobre las relaciones entre el tiempo y las cosechas», por el Director de la Federación, D. Tomás Almer

Observatorio Aeronáutico de Lindenberg. Apéndices 5, 6 y 7 a la segunda edición de sus claves.

Boletín Mensual del Observatorio del Ebro. Números 6 y 7 del vol. XVIII correspondientes a los meses de Junio y Julio de 1927.

Atas.—15 de Diciembre 1927, núm. 130.

Atas.—1.º de Enero 1928, núm. 131.

Atas.—15 de Enero 1928, núm. 132.

Atas.—1.º de Febrero 1928, núm. 133.

Atas.—15 de Febrero 1928, núm. 134.

La temperatura de la ciudad de México, D. F., durante cincuenta años.—Tacubaya (México).

Anales de la Sociedad Española de Física y Química.—Números 248 (Diciembre 1927) y 249 (Enero 1928).

Peñalara.—Números 168 (Diciembre 1927) y 169 (Enero 1928).

RESUMEN E ÍNDICE DE REVISTAS

PRACE METEOROLOGICZNE I HIDROGRAFICZNE.—Varsovia, núm. 1.º, serie F, 1924.

Szule (K.)—Las heladas nocturnas de primavera y otoño consideradas como problemas de Meteorología agrícola.

Bartnicki (L.)—Sobre la marcha de los elementos meteorológicos bajo la influencia de los diferentes sistemas barométricos.

Rundo (A.)—Gasto de los ríos durante el período de congelación.

Niebrzydowski (W.)—Los espantanieves y las vías férreas.

Dolroowski (A. B.)—A propósito del artículo Los espantanieves y las vías férreas.

Stenr (E.)—Sobre el método actinométrico de Michelson y su aplicación a las medidas de radiación solar, núm. 2.º, 1925-1926.

Rittch (P. A.)—Cómo observar los sistemas nubosos.

Zutrzycki (T.)—Gasto en el curso superior del Dniester.

Dolrowolski (A. B.) y Wasik (J.)—El problema de los movimientos del aire y el agua sobre el terreno accidentado.

Rundo (A.)—Sobre los valores característicos del régimen de las aguas, núm. 3.º, 1927.

Guminski (R.)—La humedad del aire en Polonia. (La marcha anual y la distribución geográfica), núm. 55, 1927.

Kollis (L.)—Sobre los métodos que establecen la relación entre la altura y el gasto de los cursos de agua.

Rychlinski (S. P.)—Promedios anuales de lluvia en Varsovia.

Smosarski (W.)—Medidas de electricidad atmosférica en Poznan. Lugar de observación y aparatos usados.

Smosarski (W.)—Observaciones del crepúsculo.

Smosarski (W.)—Medidas de un punto neutro de la polarización atmosférica.

Zubrzycki (T.)—Período de congelación de aguas en Polonia, núm. 5, 1927.

Kosinska-Bartnicka (St.)—Las precipitaciones

en Polonia (altura, frecuencia y carácter climatológico). *Suplemento*: Mapa de precipitación en Polonia.

MEMORIAS Y REVISTA DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA «ANTONIO ALZATE».—Tomo XLVI, números 1 al 4.

Gallo (Joaquín).—Las manchas solares y la lluvia en la ciudad de México.

MONTHLY WEATHER REVIEW.—Diciembre de 1927.

Chapel (L. T.)—Vientos y tormentas en el Istmo de Panamá.

Henry (A. J.)—El tiempo en los Estados Unidos durante el año 1927.

MONTHLY WEATHER REVIEW.—Enero 1928.

Koeppe (C. E.) y Bangs (N. H.)—El clima de China.

Henry (A. J.)—Acerca de los trabajos de M. A. Giblett sobre las líneas de turbonadas.

Schlomer (W. B.)—Tornado en Cincinnati, Ohio, 19 de Enero de 1928.

Kendall (J. L.)—Tornado en Louissille. Kz., 19 de Enero 1928.

Berry (W. J.)—Lluvias de invierno en North Dakota.

Loura (F.)—Resumen meteorológico del Brasil, Diciembre 1927.

ANNALEN DER HYDROGRAPHIE UND MARITIMEN METEOROLOGIE.—Berlín, Enero 1928.

Conrad (V.)—Observaciones sobre la brisa marina en una playa de muy poca pendiente.

Boy-Ed (Emil).—Pampero del SE. en Río Grande do Sul, del 2 al 3 de Abril de 1927.

Groissmayr (Fritz).—Estudio de las crecidas del Nilo. Relaciones entre las condiciones de presión, circulación y temperatura en el hemisferio Norte y las crecidas del Nilo.

Exner (Félix M.)—Sobre los sondeos de temperatura en el lago Lunzer.

Meissner (Otto)—La marcha anual del nivel medio del mar en las costas meridionales del mar Báltico durante el lustro de 1921 a 1925.

Perlewitz (P.)—El Deutsche Seewarte en la Exposición de Pesca celebrada en Kiel en Mayo de 1927.

Boy-Ed (Emil)—Breves notas meteorológicas de los diarios de a bordo del «Deutsche Seewarte». ¿Espejismo?

Laeisz (F.)—Los bancos de hielo y la navegación en las islas Falkland.

Schröder (Gustav)—Mapas de presión hechos a bordo del vapor «Albert Ballin».

Maurer (Dr. H.)—Observaciones de magnetismo terrestre en el Extremo Oriente.

ANNALEN DER HYDROGRAPHIE UND MARITIMEN METEOROLOGIE. — Berlín, Febrero 1928.

Köppen (W.)—Las distribuciones más frecuentes de la presión y de las corrientes de aire sobre el Atlántico norte en relación con el tráfico aéreo.

Markgraf (Hans)—Tormenta en un frente de ascenso. Ensayo de una diagnosis de la situación del tiempo al NW. de Alemania el 31 de Mayo de 1927 por medio de los informes del tiempo del «Deutsche Seewarte».

Myrbach (O.)—Borrascas y manchas del Sol.

Ritter (Dr. Ludwig)—Contribuciones a la físico-química del mar.

Harms (Dr. M.)—Tablas auxiliares para determinar la situación por radiogoniometría.

Harms (Dr. M.)—Determinación de las distancia por el ángulo de altura.

Fischer (Dr. F. A.)—Sobre dos métodos ingleses para la compensación de las perturbaciones de la radio.

Boy-Ed (Emil)—Breves noticias meteorológicas de los diarios de a bordo del «Deutsche Seewarte».

Laeisz (F.) y *Vinnen (F. A.)*—¿Un año de máximos hielos en el Atlántico sur?

METEOROLOGISCH ZEITSCHRIFT. — Braunschweig, Enero 1928.

Schubert (Joh.)—La radiación solar en Alemania media septentrional, según las medidas de Potsdam.

Láska (V.)—Sobre la aplicación de la Estadística a la Meteorología en general y, en particular, a la reducción de la precipitación.

Kleinschmidt (E.)—Necrología de Ludwig Pilgrim.

Köppen (W.)—Estimación de la nubosidad durante el día y durante la noche.

Conrad (V.)—Sobre la reducción del término medio de nubosidad al promedio verdadero.

Markgraf (H.)—Observaciones ocasionales de la extensión del influjo de una ladera de colina.

Von Everdingen (E.)—La luz cenicienta de la luna.

Aufsess (O. V.)—Réplica a la nota de H. Wagemann: «Objeciones al trabajo de v. Aufsess sobre las relaciones entre la actividad solar y la distribución de la presión».

Holtzhey (Rudolf)—Carácter magnético, actividad solar y situación de los planetas.

Wolfer (A.)—Número provisional relativo de manchas del Sol para el último trimestre de 1927.

Hönig (W.)—Nuevas observaciones sobre las precipitaciones de las depresiones en V.

Bock (R.)—Valores medios del magnetismo terrestre de Postdam y actividad en el año 1927.

Bock (R.)—Climatología del Brasil y del Paraguay.

Pepler (W.)—Contribución al conocimiento de las variaciones interdiurnas de presión y temperatura en la atmósfera libre.

Notas crítico-bibliográficas de los trabajos siguientes:

Walter Brückmann.—Guía del conocimiento del tiempo.

Albrecht (F.), Voigt (H.) y *Paech (A.)*—Resumen de Meteorología.

Natuo Kobayasi.—Sobre el mecanismo de los ciclones y anticiclones.

ANNUAIRE DE L'INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE L'UNIVERSITÉ DE STRASBOURG. 1926, 1^{er} Partie. Météorologie.

Rempp (G.)—Notas de conjunto acerca de los lanzamientos de globos-sondas ejecutados por el Instituto de Física del Globo.

Este trabajo es una continuación de otro publicado en 1912 sobre la técnica de los sondeos con globos de caucho. En él proponía el autor nuevos métodos de trabajo que fueron adoptados, y ahora discute los resultados obtenidos. Los lanzamientos que hasta 1922 se efectuaban en Estrasburgo se efectúan ahora desde Bar-le-Duc, con lo que la probabilidad de que los aparatos caigan en país extranjero (Alemania) se ha reducido considerablemente. La disposición de globos y aparato es la llamada de «señal con piloto», en lugar de la llamada «tandem», que exige una gran uniformidad en la dilatación de los globos. La disposición actual es: globo, siete metros de cuerda; paracaídas (tres metros de largo), cinco metros de cuerda, piloto atado con 25 metros de cuerda fina—10 metros de hilo—instrumento. De esta manera las oscilaciones del aparato son reducidas considerablemente, y, como consecuencia, el trazo de las agujas en el papel ahumado, mucho más fino, lo que permite una mayor precisión en las medidas.

Llamando ε el espesor del caucho, el autor da la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{1000 B}{8,98 \left[(B + I + F) \frac{T}{P} \right]^{2/3}}$$

obtenida, suponiendo que la presión y las temperaturas del aire y del hidrógeno (1 m³ a 0° C y 760 mm.) que llena el globo son constantemente iguales. En la fórmula, dispuesta para calcularla con la regla, B es el peso del globo, I el del aparato, y F la fuerza ascensional libre igual a 1,1 kilogramo en el caso supuesto, y la densidad del caucho igual a 1, valor muy próximo del experimental.

Con esta fórmula, calcula la razón $\varepsilon/\varepsilon_0$, de los espesores del caucho a varias alturas y junto al suelo y otra tabla de valores de la misma razón para una atmósfera interna, es decir, útil para la estratosfera.

El cálculo del espesor ε' cuando el globo estalla, presenta un interés práctico muy grande, pues representa un índice de la calidad del caucho. El valor mínimo encontrado por el autor para los globos usados, de la casa Dockès, de París, ha sido de 16 μ , es decir, que estos globos son comparables a los de la casa Russian-american Indiarubber, de San Petesburgo, que, antes de la guerra, gozaban de una reputación universal.

La fórmula dada, sin embargo, ha sido obtenida con el fin de estudiar la influencia del peso

del instrumento, del globo y de la velocidad ascensional, sobre la altura alcanzada. Suponiendo, lo que sólo es aproximado, que dos globos de igual procedencia tienen igual valor de ε' , se obtiene

$$\frac{P^1}{P^2} = \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^{3/2} \frac{B_1 + I_1 + F_1}{B_2 + I_2 + F_2} \quad [1]$$

cuando los globos han penetrado en la estratosfera ($T_1 = T_2 = 218^\circ A$).

La diferencia de altitud entre los niveles alcanzados será:

$$\Delta_2 = 18400, \frac{218}{273} \log \frac{P^1}{P^2}. \quad [2]$$

Supongamos $B_1 = B_2$ (globos de igual peso); hagamos variar I y F , de modo que la velocidad vertical permanezca constante. Para ello es preciso que la razón entre la fuerza ascensional y la sección meridiana S_0 del globo, medida en condiciones determinadas, sea constante:

$$\frac{F}{(B + I + F)^{2/3}} = \text{constante}, \quad [3]$$

pues S_0 es proporcional al denominador de esta fracción, si admitimos que para una temperatura del aire y una velocidad ascensional, la resistencia del aire es proporcional a la sección del globo. Mediante la [3] se calculan F e I por aproximaciones sucesivas, y el autor da gráficos para varios valores de B . Las fórmulas [1] y [2] permiten obtener la ganancia o pérdida de altura del sondeo en función de aquellos valores.

Se comprueba con estos cálculos lo que fácilmente se había comprendido: la ganancia en altura por la disminución de I es mucho mayor para los globos ligeros que para los grandes. Y se obtiene otro resultado menos evidente: para los globos pesados la ganancia obtenida por una disminución de I crece en proporciones modestas, mientras que para los pequeños esta ganancia es considerable. Existe, por tanto, un gran interés en disminuir el peso de los aparatos cuando se usan globos de tamaño medio (0,7 kilogramos de peso). Pero estos aparatos tienen que ser del tipo «Dines», sin aparato de relojería, que presentan, por otro lado, inconvenientes muy considerables. La razón por la cual los meteorólogos ingleses se han decidido por los meteorógrafos «Dines» es el interés que existe en disminuir las pérdidas de aparatos por la caída en el mar; esta razón no es de peso en el

caso de Estrasburgo, como no lo es en Madrid (1). En cambio, la disposición que se adopta para los globos en el sondeo hace que se pierdan más fácilmente cuando caen en tierra; lo que podría evitarse fácilmente sin más que añadir un piloto que sirva de señal. La calibración de los aparatos «Dines» y su estudio son más complicados que los meteorógrafos de reloj (Bosch, Hergesell, modelo italiano, etc.). Pero, sobre todo, el inconveniente de los aparatos «Dines» radica en que la supresión del aparato de relojería impide tener datos acerca de la «historia» del sondeo, ni dan la velocidad ascensional y sus variaciones, ni permiten determinar la dirección y velocidad del aire que atraviesan, ni dan detalles acerca del estallido de los globos ni de los choques accidentales que se produzcan y el desplazamiento posible de las agujas inscriptoras. Estos datos son de un interés grandísimo para hacer la crítica de los resultados. Así Assmann obtuvo sus primeros registros de la estratosfera con globos de caucho y aparatos sin reloj, mientras que Teisserene de Bort obtuvo los suyos, con alguna anterioridad, usando globos de papel y aparatos con reloj. Las críticas que se hicieron a los sondeos de éste podían también dirigirse a los de Assmann, pues entonces no se sabía si los globos de caucho presentaban el mismo inconveniente que los de papel, a saber: que a una cierta altura pierden su fuerza ascensional y es posible un calentamiento del aparato por radiación al encontrarse rodeado continuamente por la misma masa de aire, cuya temperatura sería muy diferente de la registrada por el aparato. Por eso Teisserere efectuaba sus sondeos de noche, con lo cual la temperatura registrada debía ser inferior a la del aire (irradiación del aparato al espacio), mientras que de día la temperatura registrada sería mayor que la del aire (insolación del meteorógrafo). Los sondeos de Assmann, efectuados de día, son igualmente aceptables, desde que se ha comprobado, mediante meteorógrafos con reloj, el comportamiento de los globos de caucho. Si se cuida, como es debido, de los aparatos, los relojes no se paran, y cuando esto ocurre en la subida debe tenerse gran precaución antes de aprovechar el sondeo desde el momento en que el reloj se ha parado, pues los desplazamientos de las agujas en el

momento del estallido (desplazamiento que alcanza a variaciones correspondientes a unos 20 milímetros de Hg.) puede conducir a aceptar como presión mínima registrada una muy inferior a la real. Así varios sondeos, citados en todos los libros, en los que se han logrado alturas extraordinarias, han sido efectuados con el reloj parado. Quervain, respecto al sondeo del 5 de Mayo de 1909 hecho en Zurich, hizo en una carta dirigida al autor algunas observaciones en este sentido. La presión mínima aceptada para este sondeo es de ocho milímetros, que corresponde a 32 kilómetros aproximadamente. Pero el autor ha calculado el valor de ϵ' y obtenido el valor excepcional de 7 μ . Para que ϵ' tenga un valor verosímil es preciso aumentar la presión mínima registrada en una decena de milímetros por lo menos. Se obtiene así una altura de unos 26 kilómetros, extraordinaria aún. El sondeo de Pavía, que se pretende que alcanzó los 37 kilómetros de altura, se hizo también con reloj parado en la subida.

Demuestra después el autor que los globos de caucho no pueden perder su fuerza ascensional porque alcanzan el límite de dilatación sino por pérdida de gas.

El trabajo es muy interesante e instructivo y merece ser estudiado por los meteorólogos dedicados a la aerología y por los fabricantes de globos.—M. DOPORTO.

Rempp (G.).—La variabilidad de la temperatura en Spitzberg, según las observaciones de la estación de Greenharbour.

En las regiones polares la variabilidad accidental de la temperatura es muy pequeña en verano y muy grande en invierno. En Spitzberg, que durante el invierno, sufre por su situación alternativamente las influencias marinas y continentales, esta oposición entre la estación fría y la caliente está notablemente acentuada. Las influencias alternativas marinas y continentales son analizadas detalladamente, y estudia el autor, bajo diferentes aspectos, la variabilidad de temperatura: curvas de frecuencia de la temperatura, según las observaciones horarias o las medidas diurnas, variabilidad de las medias mensuales, variabilidad interdiurna y sucesión de alzas y bajas interdiurnas. Para efectuar este estudio el autor expone detalladas consideraciones, que permiten comparar las sucesiones de alzas y bajas con las que se producirían si fueran debidas al azar.—M. DOPORTO.

(1) Obsérvese, sin embargo, que el globo sonda lanzado en Madrid que mayor distancia ha recorrido, cayendo en Argelia, llevaba meteorógrafo inglés.

Se trata de un resumen del trabajo presentado por el autor en el Instituto de Física del Globo, de Estrasburgo, para obtener el diploma de ingeniero geofísico. Este mismo trabajo fue presentado al Congreso de la Sociedad Francesa para el progreso de las Ciencias celebrado el año 1927 en Constantina (Argelia), y resumido en la *Meteorología*, Septiembre 1927. Además será publicado completo en el *Memorial de l'Office National Météorologique de France*. Suponiendo una superficie de discontinuidad de inclinación α , que se propaga con la velocidad V en la dirección de las isobaras de la región hacia la cual avanza, la variación de presión al nivel z sobre la vertical de un observatorio durante el tiempo dt es igual a la diferencia de peso de dos columnas de aire de densidades e e' y de altura dz . Introduciendo la temperatura absoluta se tiene:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{g}{R} V \tan \alpha \frac{\Delta T}{T T'} p,$$

donde p es la presión a la altura z y $\Delta T = T - T'$. T es la temperatura del aire frío y T' la del caliente. Suponiendo que entre las presiones del nivel z y junto al suelo, se verifica la relación $p dp^0 = p^0 dp$, se tiene para la variación de presión junto al suelo

$$\frac{dp^0}{dt} = \frac{g}{R} V \tan \alpha \frac{\Delta T}{T T'} p^0.$$

En las oclusiones se tienen tres masas de aire distintas: sus límites se disponen en la forma de una Y, cuyo trazo inferior está inclinado hacia la derecha o hacia la izquierda. En el primer caso se trata de una oclusión del tipo de frente frío (tipo de verano en Europa); el sector caliente está elevado. En el segundo caso se trata de una oclusión de carácter de frentecálido (tipo de invierno en Europa); el sector caliente está, como antes, elevado y no toca al suelo. La variación de presión observada dependerá, por tanto, de las dos superficies de discontinuidad que se hallan situadas sobre el observatorio. Indicando con el subíndice 1 la discontinuidad superior y con el 2 la discontinuidad que corta la superficie de la tierra, y siendo β la inclinación de la superficie de oclusión y α la de la superficie de discontinuidad superior se tiene:

$$\frac{dp^0}{dt} = \frac{g}{R} V p^0 \left[\frac{\Delta T_1}{T_1 T'_1} \tan \alpha - \frac{\Delta T_2}{T_2 T'_2} \tan \beta \right]$$

Cuando sea

$$\frac{\Delta T_1}{T_1 T'_1} \tan \alpha > \frac{\Delta T_2}{T_2 T'_2} \tan \beta,$$

es decir, cuando la presión junto al suelo esté regida por la superficie de discontinuidad superior, el barograma tendrá la forma: baja-baja más débil-alza en las oclusiones-frentes fríos, y la forma: baja-alza-alza más rápida en las oclusiones-frente caliente.

Lo contrario ocurrirá cuando sea

$$\frac{\Delta T_2}{T_2 T'_2} \tan \beta > \frac{\Delta T_1}{T_1 T'_1} \tan \alpha,$$

pero como casi siempre $\frac{\Delta T_1}{T_1 T'_1}$ será mayor que $\frac{\Delta T_2}{T_2 T'_2}$, los barogramas serán más típicos en los casos en que sea $\tan \alpha > \tan \beta$ que corresponden a oclusiones, frente frío, cuando domina el efecto de la discontinuidad superior.

Después el autor deduce algunas consecuencias que pueden ser útiles para la predicción.—
M. DOPORTO.

Millikan (R. A.) y Cameron (G. H.) - Nuevos resultados sobre los rayos cósmicos. Supplement to NATURE. Núm. 3.036, Enero 7, 1928.

El objeto del artículo es mostrar los más recientes trabajos aportadores de nueva luz sobre las propiedades de estos rayos extraordinarios, entre los que hay algunos capaces de atravesar un bloque de plomo de cinco metros de espesor antes de ser definitivamente absorbidos.

El punto de partida del estudio de estas radiaciones fueron los trabajos de Mc. Lennan, Rutherford y sus colaboradores realizados en 1903, que, teniendo por objeto estudiar los tiempos de descarga de los electroscopios cuando se les rodeaba por sucesivas pantallas de plomo de varios centímetros de espesor, dieron a conocer la existencia en la atmósfera de una radiación que llamaron «penetrante», capaz de atravesar tales pantallas. Más tarde, en 1910, Gockel hizo elevar con un globo un electrómetro, convenientemente encerrado, y estableció, contrariamente a lo esperado, que en la altitud de 4.500 metros a que se elevó era más intensa la radiación que en la superficie, con lo que fué sugerida la idea de no ser ella de origen terrestre y que, por lo menos en parte, penetraba en nuestra atmósfera por su límite superior. Lan-

zamientos análogos a los de Gockel fueron realizados en los últimos años por Hess, en Austria, y Kolhörster, en Alemania, llegando a la consecuencia que la intensidad de estos rayos era a los 9.000 metros de unas siete veces mayor a lo que es en la superficie. Pero el mayor avance en el estudio de esta radiación fué dado por Millikan y Bowen en 1922, con la construcción y elevación hasta 15.500 metros, de electroskopios registradores, que mostraron ser ella más penetrante de lo supuesto en los primeros tiempos. Mas hasta esa época la única razón para atribuir un origen extraterrestre a los rayos era el hecho establecido del aumento de su intensidad con la altitud, y, naturalmente, con sólo esto como base podía sugerirse y, en efecto, sugirió la idea de deber su existencia a meras causas radioactivas, tales como la existencia de una desconocida distribución de partículas de esa naturaleza en la atmósfera. Por ello era conveniente intentar la medida directa de los coeficientes de absorción de los rayos en vez de deducir tales coeficientes, como se había hecho partiendo de la simple presunción de que llegaban al electroskopio tras atravesar toda la capa atmosférica existente sobre él, y Kolhörster en los glaciares alpinos, y Millikan y Otis con gruesas láminas de plomo llevadas a la cima del Pike realizaron en 1923 las primeras medidas directas de absorción. El primero dió para los rayos un coeficiente inferior en más de una décima, del de los más fuertes rayos conocidos, al sentar para tal coeficiente de absorción el valor de 0,25 por metro de agua. Los segundos llegaron a resultados más extremos, obteniendo para la radiación coeficiente medio fuertemente menor que el correspondiente a la del torio D, y admitieron que una buena parte de ella era de origen local; esta última consecuencia, unida a que en los resultados de Kolhörster se podía temer también un efecto radioactivo por la proximidad de las masas de tierra a los glaciares, hacía no quedarse dilucidado aún el posible origen cósmico de la radiación. Únase a esto que Hoffmann, en Alemania, se pronunció en 1925 contra la existencia de ese origen, e igualmente Swann, en América, y se comprenderá la importancia de los experimentos siguientes:

En 1925 Millikan y Cameron sumergieron electrómetros hasta distintas profundidades en el lago Muir, situado a 3.590 metros de altura, y observaron que la ionización en la cámara portadora del aparato decrecía invariablemente

con la profundidad, desde 13,3 iones por centímetro cuadrado y por segundo, valor en la superficie, hasta 3,6 que era a 18 metros por debajo de ella, con lo que se probaba la existencia en el exterior del lago de una radiación tan fuerte como para poseer aptitud de penetrar esos 18 metros sin ser del todo absorbida, a no ser que se admitiese una muy extraña distribución de radioactividad en el agua del lago. Repitieron las lecturas en distinto lugar, situado 300 millas al S. y a una altitud de 2.060 metros, y establecieron con ellas una curva análoga a la hallada con las hechas en el otro lago, pero con sus ordenadas desplazadas en forma tal, que la caja de agua correspondiente al desplazamiento era equivalente, en cuanto al poder de absorción, a la de atmósfera entre las dos altitudes. Estos experimentos, unidos a los hechos en otros sitios, probaron que el efecto del lago Muir no era debido a distribución alguna de radioactividad en el agua; que en diferentes lugares separados por 300 millas, los rayos eran exactamente iguales a la misma altitud y, finalmente, unidos a los ya obtenidos anteriormente para los 15,5 kilómetros primeros; que la radiación considerada no tenía su origen en nuestra atmósfera y quedaba, pues, justificada la designación de rayos cósmicos, como el más descriptivo y apropiado nombre para esa porción de la radiación penetrante que procede de las regiones elevadas.

Con el fin de obtener nuevos resultados, Millikan y Cameron se trasladaron en 1926 a los Altos Andes, de Bolivia, deduciendo que la curva de ionización en los lagos de montaña del hemisferio Sur coincidía con la establecida para los del Norte; situado en uno de sus profundos valles, desde el cual la Vía Láctea estaba a la vista durante unas cinco o seis horas, y prácticamente oculta otras seis, llegaron a la consecuencia de que esa Vía no ejerce influencia, al menos, dentro de los límites de poder de los aparatos usados para detenerlos, en los rayos cósmicos; las observaciones hechas después en un barco cuando una notable descarga de rayos caía sobre una costa próxima, junto con las realizadas en el lago Miguilla, de los Andes, situado a 4.500 metros y rodeado de tajos verticales de gran altura, les permitieron desechar la hipótesis emitida por C. T. R. Wilson, de que estos rayos eran debidos a los efectos de impactos en los átomos de la atmósfera por electrones lanzados con muchos millones de voltios de energía durante las tormentas; finalmente, las lecturas du-

rante la ruta de Mollendo-Perú-Los Angeles establecieron la no variación de ellas con la posición geográfica.

Ultimamente, en el verano de 1927, pudieron los autores emplear un electroscopio de sensibilidad ocho veces superior a la de los anteriores, y así lograron, en sus experimentos del lago de Arrowhead (California), sentar la existencia de rayos capaces de atravesar 57 metros de agua o cinco metros de plomo, antes de ser absorbidos completamente, con lo que, calculadas las longitudes de onda de esos rayos, obtuvieron un valor mínimo de 0,00021 A., con lo que el enorme potencial generador de ellas será de 59 mi-

llones de voltios. Tras una larga discusión por la que, como consecuencia de todos estos experimentos, los autores se afirman más en la idea apoyada ya por ellos en 1925 del origen cósmico de estos rayos; Millikan y Cameron terminando, como primera aproximación deducida de sus resultados de 1927, para la energía que afluye al límite de la atmósfera terrestre en forma de radiación cósmica, el valor

$$3,1 \times 10^{-4} \text{ ergs. cm.}^{-2} \text{ seg}^{-1},$$

o, lo que es lo mismo, aproximadamente una décima parte de la energía total que a ella llega bajo forma de luz estelar y calor.—J. DOMINGO QUÍLEZ.

Zaragoza.



ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA Y QUÍMICA

Órgano de esta Sociedad * Publicación mensual, excepto Agosto y Septiembre, en folletos de más de 100 páginas * Contiene numerosos trabajos originales de investigación de autores españoles y extranjeros acerca de Física, Química y Físico-química * Tiene una extensa Sección de resúmenes e informaciones de trabajos publicados en idiomas extranjeros.

Precio de suscripción o cuota de socio: 20 pesetas anuales para España y 25 pesetas anuales para el extranjero.

* Dirección: Dr. Manuel T. Gil García. *
* Corredera baja, núm. 59, 2.º centro. *

MADRID

CASTAÑÓN Y C.ª—MADRID

TOPOGRAFIA

DIBUJO

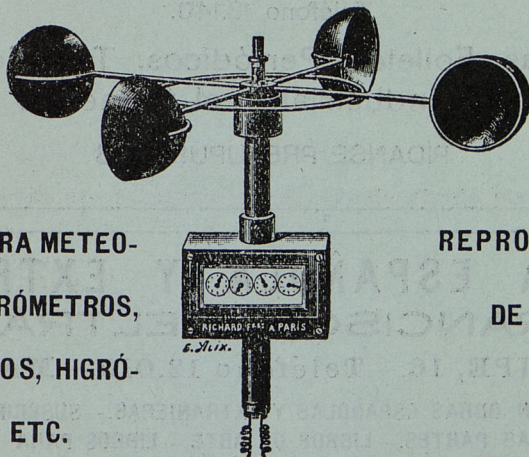
ESCRITORIO

APARATOS PARA METEO-

ROLOGÍA.—BARÓMETROS,

TERMÓMETROS, HIGRÓ-

METROS, ETC.



MATERIAL

PARA ENSAYO

DE CEMENTOS

REPRODUCCIONES

DE PLANOS

Avenida del Conde de Peñalver, 13 (Gran Vía).

Aparatos y artículos fotográficos

Proyección * Cinematografía * Trabajos
* de Laboratorio *

SEGUNDO LÓPEZ

PRÍNCIPE, 6.

MADRID

PAPELERÍA

ARENAL, 19 Y 21



RASO

TELÉFONO 13.526

ENCUADERNACION

FLORA, 6

Objetos de escritorio * Material para oficinas.

PLUMAS STILOGRÁFICAS  ARTÍCULOS PARA REGALOS
TIMBRADOS  IMPRESOS VARIOS

Encuadernaciones de lujo y económicas.

GRANDES EDICIONES

VIUDA DE PRUDENCIO PÉREZ

Establecimiento tipográfico.— Calle de La Libertad, núm. 31—Madrid.
Teléfono 13.140.

Libros. Revistas. Folletos. Periódicos. Trabajos especiales
* para Sociedades industriales, el Comercio y la Banca. *

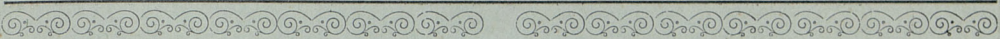
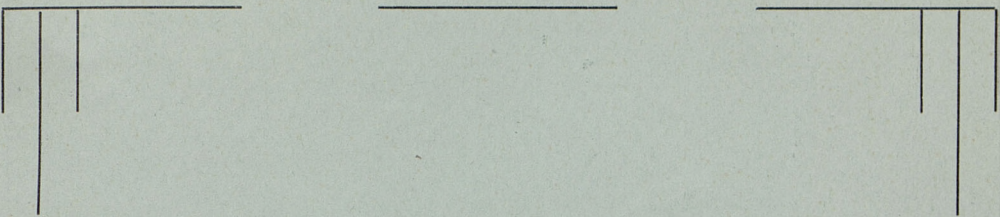
PÍDANSE PRESUPUESTOS

LIBRERÍA ESPAÑOLA Y EXTRANJERA FRANCISCO BELTRÁN

PRÍNCIPE, 16.—Teléfono 12.010.—MADRID

INMENSO SURTIDO EN OBRAS ESPAÑOLAS Y EXTRANJERAS.—SUSCRIPCIONES A DIARIOS
Y REVISTAS DE TODAS PARTES.—LIBROS DE ARTE.—LIBROS PARA REGALOS.—LIBROS
PARA NIÑOS.—ENCUADERNACIONES DE LUJO.—INFORMES.—PROSPECTOS Y CATÁLOGOS
GRATIS

Esta Casa se encarga de la administración de toda clase de publicaciones
y de cualquier comisión relacionada con el ramo de Librería.

TARIFA DE PRECIOS DE PUBLICIDAD

POR UN AÑO, SEIS INSERCIONES

Plana entera	100 pesetas.
Media plana.....	60 —
Cuarto de plana.....	40 —

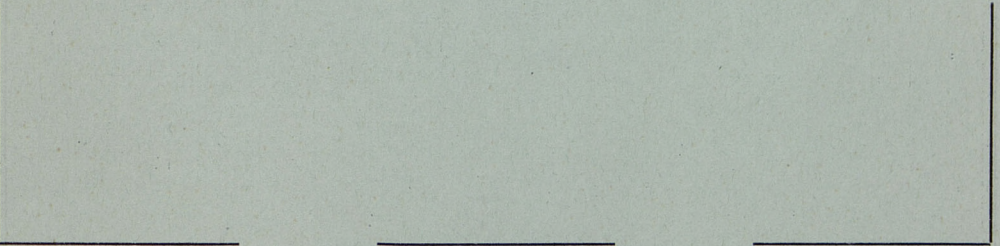


TABLA DE CONTENIDOS DE PUBLICACION

DISPONIBLE

Plano carta de navegación 100 papeles
Medio plano carta de navegación 50
Cuadro de datos de navegación 40

EXTRACTO DEL REGLAMENTO

DE LA

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE METEOROLOGÍA

La *Sociedad Española de Meteorología*, cuyo fin es el de recoger y encauzar los estudios individuales, procurar fuentes de información a sus socios y hacer llegar a ellos los estudios que se realizan en otros países (art. 1.º), se compone: de socios de *número*, con voz y voto en las sesiones de la Sociedad, a la que podrán presentar trabajos para su publicación, que se efectuará si así lo acuerda el Comité de Publicación; socios *protectores*, que serán los de número que por sus aportaciones económicas para el sostenimiento de la Sociedad se hagan merecedores de esta distinción a juicio de la Junta general; socios de *mérito*, nombramiento que recaerá, por acuerdo de la Junta general, en aquellas personas que por sus trabajos científicos lo merezcan. Las Sociedades, Observatorios, etc., se llamarán *suscriptores* (artículo 2.º). La Sociedad publicará una revista titulada ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE METEOROLOGÍA (art. 5.º),

que tendrá un Comité de Publicación compuesto por cinco socios residentes en Madrid (art. 6.º). La Junta directiva, compuesta por un Presidente, dos Vicepresidentes, cuatro Vocales (dos residentes en Madrid y dos en provincias), un Tesorero y un Secretario, será renovable todos los años (art. 4.º), a la vez que el Comité de Publicación (art. 6.º), y deberá presentar en la sesión de Enero de cada año el resumen económico y científico de su gestión (art. 8.º)

Las cuotas de socio, **15 pesetas anuales**, deben remitirse al señor Tesorero de la Sociedad, Apartado 285, Madrid.

La correspondencia administrativa debe dirigirse al señor Secretario, Apartado 285, Madrid.

La correspondencia científica debe dirigirse al señor Redactor de los ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE METEOROLOGÍA, Apartado 285, Madrid.

JUNTA DIRECTIVA DE LA SOCIEDAD

Presidente, Sr. D. Enrique Meseguer Marín.

Vicepresidente 1.º, Sr. D. Pedro González Quijano.

Vicepresidente 2.º, Sr. D. Blas Cabrera Felipe.

Vocales residentes en Madrid, Sr. D. Narciso Puig de la Bellacasa, Sr. D. Joaquín Pérez Seoane, Sr. D. Santos Rubiano y Sr. D. José María Soroa.

Vocales residentes en provincias, Sr. D. León Herrero y Sr. D. Mariano Doporto.

Tesorero, Sr. D. Serafin Sabucedo.

Secretario, Sr. D. Hilario Alonso.

COMITE DE PUBLICACIÓN DE LOS «ANALES»

Sr. D. Victoriano Fernández Ascarza.

Sr. D. Lorenzo Ortiz.

Sr. D. Francisco del Junco.

Sr. D. Arturo Duperier.

Sr. D. Enrique Miquel (Redactor).



TALLERES DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO Y CATASTRAL